

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко – технологічний факультет**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

Технічного сервісу та інженерного

(назва кафедри)

менеджменту імені М.П. Момотенка

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(ПІБ)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА**

**на тему «Розробка механізованої технології вирощування ріпака озимого в СФГ  
«Верес» Донецької області**

**Спеціальність 208 «Агроінженерія»**

**Гарант освітньої програми**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Сівак Ігор Миколайович

(ПІБ)

**Керівник дипломного проєкту бакалавра**

к.т.н., доц.каф

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Дев'ятко Олена Сергіївна

(ПІБ)

**Виконав**

(підпис)

Лягуша Микола Артемович

(ПІБ)

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко – технологічний факультет**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри Технічного сервісу та  
інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка**

Д.Т.Н., проф. Іван РОГОВСЬКИЙ  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту**

Лягуші Миколі Артемовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**Спеціальність 208 «Агроінженерія»**

(код і назва)

**Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка механізованої технології вирощування  
ріпака озимого в СФГ «Верес» Донецької області»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024 р. № 2098 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Матеріали первинного бухгалтерського  
обліку СФГ «Верес» Донецької області; нормативно-методична література; науково-технічна  
література; типові технологічні карти

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Виробничо-технічна характеристика господарства
2. Перспективи вирощування озимого ріпаку в Україні
3. Конструктивна частина
4. Охорона праці
5. Економічний розрахунок

**Перелік графічних документів:** 1- Тема дипломного проєкту; 2 – Актуальність теми; 3 - Об'єкт та предмет дослідження; 4 – Мета та задачі дослідження проєкту; 5 – Технологічна карта на збирання та вирощування озимого ріпаку; 6 – Схема комплексного агрегату ; 7 – Схема робочої секції strip-till агрегату; 8 – Заходи безпеки при експлуатації конструкторського рішення; 9 – Економічний розрахунок; 10- Висновки

**Дата видачі завдання** «26» вересня 2024 р.

**Керівник дипломного проєкту бакалавра** \_\_\_\_\_ Дев'ятко О.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_ Лягуша М.А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** - Лягуша Микола Артемович

**Тема роботи** - «Розробка механізованої технології вирощування ріпака озимого в СФГ «Верес» Донецької області»

Робота виконана на кафедрі технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка

**Керівник роботи** - Дев'ятко Олена Сергіївна

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, переліку використаних джерел (23), 2 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 64 сторінки, на яких є 13 рисунки. Додатки розміщені з 65 сторінки. Графічна частина складається з 10 аркушів А1.

**Актуальність теми.** Одним з основних показників якості внесення органічних рідких добрив є рівномірність внесення в підкореневу зону рослини.

Встановлено, що посіві ріпаку озимого важливу роль в отриманні рівномірних сходів є волога наявна в ґрунті. Рідкі органічні добрива не потребують додаткової вологи для засвоювання в ґрунт та рослиною та наявна волога в добриві використовує для росту рослини.

Найперспективнішим варіантом обробітку ґрунту для вирощування ріпаку озимого є технологія Strip-till, яка поєднує в собі елементи передові рішення по збереженню вологи та адресного живлення рослини. Тому дослідження направлені на створення комплексного агрегату Strip-Till, який задовольняє поставлені вимоги і є актуальним.

**Мета і завдання досліджень.** Метою дослідження – підвищення ефективності процесу вирощування озимого ріпаку шляхом вдосконалення комплексного агрегату Strip-Till від термінів посіву, кількості опадів та живлення в природньо кліматичних умовах і визначення раціональних параметрів конструктивних елементів кріплення.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- проаналізувати дані господарської діяльності СФГ «Верес» ;

- проаналізувати особливості технологічної лінії вирощування ріпака озимого для встановлення шляхів підвищення його врожайності;
- теоретично проаналізувати процеси внесення рідких органічних добрив для визначення розмірів технологічних елементів та встановлення кінематичних характеристик комплексного агрегату.
- дати техніко-економічну оцінку результатів досліджень.

**Об'єкт досліджень** – комплексний агрегат Strip-Till та виконуваний ним процес внесення рідких органічних добрив.

**Предмет досліджень** – встановити закономірності впливу основних конструктивних параметрів на ефективність внесення рідкої фракції гноївки великої рогатої худоби за технологією Strip-Till з одночасним посівом озимого ріпаку.

**Практичне значення отриманих результатів.** Обґрунтовано раціональну схему та параметри комплексного агрегату Strip-Till, які забезпечують ефективність внесення рідкої фракції гноївки великої рогатої худоби з одночасним посівом озимого ріпаку. Визначення теоретична характеристика врожайності агрокультури за різними технологічними схемами з використанням органічних добрив.

**Ключові слова:** озимий ріпак, рідка гноївка великої рогатої худоби, технологія Strip-Till.

## ЗМІСТ

	Ст.
ВСТУП.....	7
1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА..	8
1.1 Загальні відомості про селянське (фермерське) господарство «Верес» .....	8
1.2 Ґрунтово-кліматичні умови господарства.....	10
1.3 Земельні ресурси селянського (фермерського) господарства «Верес».....	13
1.4 Машинно-тракторний парк та його використання.....	15
2. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ.....	20
2.1 Перспективи вирощування озимого ріпаку.....	20
2.2 Особливості технології вирощування озимого ріпак.....	21
2.3 Переваги застосування технології Strip-till.....	25
2.4 Переваги переходу на органічні добрива при вирощуванні озимого ріпаку.....	27
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	29
3.1 Розрахунок розподільчого колектору .....	29
3.2 Розрахунок сил реакції опори підставок.....	34
3.3 Розрахунок технологічної операції.....	37
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
4.1 Стан охорони праці в господарстві.....	46
4.2 Потенційні небезпеки при виконанні технологічних операцій.....	46
4.3 Заходи безпеки для машинно-тракторного агрегату, яка проводить обробіток ґрунту.....	49
4.4 Заходи безпеки при експлуатації конструкторського рішення.....	50
5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АГРЕГАТУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ.....	53
5.1 Розрахунок вартості вдосконалення.....	53
5.2 Розрахунок витрат матеріалів на діючу речовину.....	54

5.3 Теоретичне обґрунтування при впровадженні технологічного рішення.....	55
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	65

## ВСТУП

Сільське господарство є важливим елементом Української економіки який забезпечує близько 10% ВВП країни та продовольчу незалежність. За останні 10 років аграрний сектор суттєво змінився зазнавши зміни та інновації в сфері вирощування органічної продукції. За цей час з'явилися нові технології та вимоги для вирощування сільськогосподарської продукції. Наразі можна виділити два шляхи розвитку: інтенсифікацію та біологізацію, метою яких є підвищення ефективності сільського господарства для покриття потреб людства.

Головними вимогами до технології є зниження впливу на навколишнє середовище та зниження прямих експлуатаційних затрат на вирощування. Для виконання цього завдання необхідно застосовувати усі можливі знаряддя доступні на ринку такі як нову техніку, хімію добрива та селекції щоб підлаштуватися під стрімко змінюючи умови.

Інноваційні технології рослинництва мають високу наукоємність, що позитивно впливає на адаптивність вирощування рослин. За такої стратегії підвищується економічна ефективність та зменшує хімічне навантаження на ґрунт та його деградації, та з часом підвищення родючості. Впровадження технологій не можливо зробити без тісної співпраці науки та бізнесу. Для розвитку необхідно залучати додаткові капіталовкладення, внутрішні чи зовнішні, які є потужною рушійною силою для впровадження іновацій. Збільшення об'ємів підштовхує розвиток сектору переробки з подальшою розбудовою інфраструктури зі збільшенням робочих місць.

Отже для розвитку аграрного сектору України треба модернізувати технологію вирощування та виробництва продукції з її подальшою переробкою, це дозволяє додатково отримати кошти та збільшити рентабельність виробництва покращуючи технічне та економічне положення господарства

## 1. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

### 1.1 Загальні відомості про селянське (фермерське) господарство «Верес»

Селянське (фермерське) господарство (С(Ф)Г) «Верес» засновано у 11 липня 2001 року. Основними видами діяльності нашого підприємства є вирощування зернових, технічних, кормових культур, а також обробка вирощеної продукції до необхідної кондиції товару під реалізацію.

Також підприємство у 2015 році розпочало діяльність з розведення та відгодівлі великої рогатої худоби м'ясних та молочних порід.

Засновником та керівником селянського (фермерського) господарства «Верес» є Склярів Олександр Олександрович.

Метою утворення підприємства передбачалося здійснення підприємницької діяльності та одержання прибутку.

Загальна площа земельних угідь становить 7206 га, з них рілля -6540 га, а поголів'я великої рогатої худоби м'ясних порід -1187 голів, молочного стада – 983 голів.

В господарстві є наявний машинно-тракторний парк, який має в усі необхідні одиниці сільськогосподарської техніки.

Виробничі показники за останні роки господарювання показали високу урожайність сільськогосподарських культур, та одержання хороших результатів на вирощуванні молодняка великої рогатої худоби м'ясних та молочних порід.

С(Ф)Г «Верес» за період свого існування отримало довіру великих українських та зарубіжних виробників і постачальників з якими було укладено договори для подальшого тісного співробітництва[21].

Працюючи без посередників підприємство пропонує споживачу дуже привабливі ціни та гарантує якість реалізованої сільськогосподарської продукції. Свою діяльність С(Ф)Г «Верес» веде чесно і прозоро, і є добросовісним платником податків до місцевого та державного бюджету.

Активно приймає участь у програмах міського центру зайнятості, щодо працевлаштування.

Для виконання технологічних операцій в господарстві використовується багато високотехнологічної іноземної техніки, такої як: трактори John Deere, комбайни Claas, John Deere, обприскувач Теснома, навантажувачі JCB. З ґрунтообробної техніки культиватори Köckerling, Horsch, дискові борони Farnet, John Deere та Salford, посівні комплекси Amazone, Monosem, KUHN, Great Plains та кормозаготівна техніка KUHN.

Територіальне розміщення селянського (фермерського) господарства «Верес» наведено на рис. 1.1.

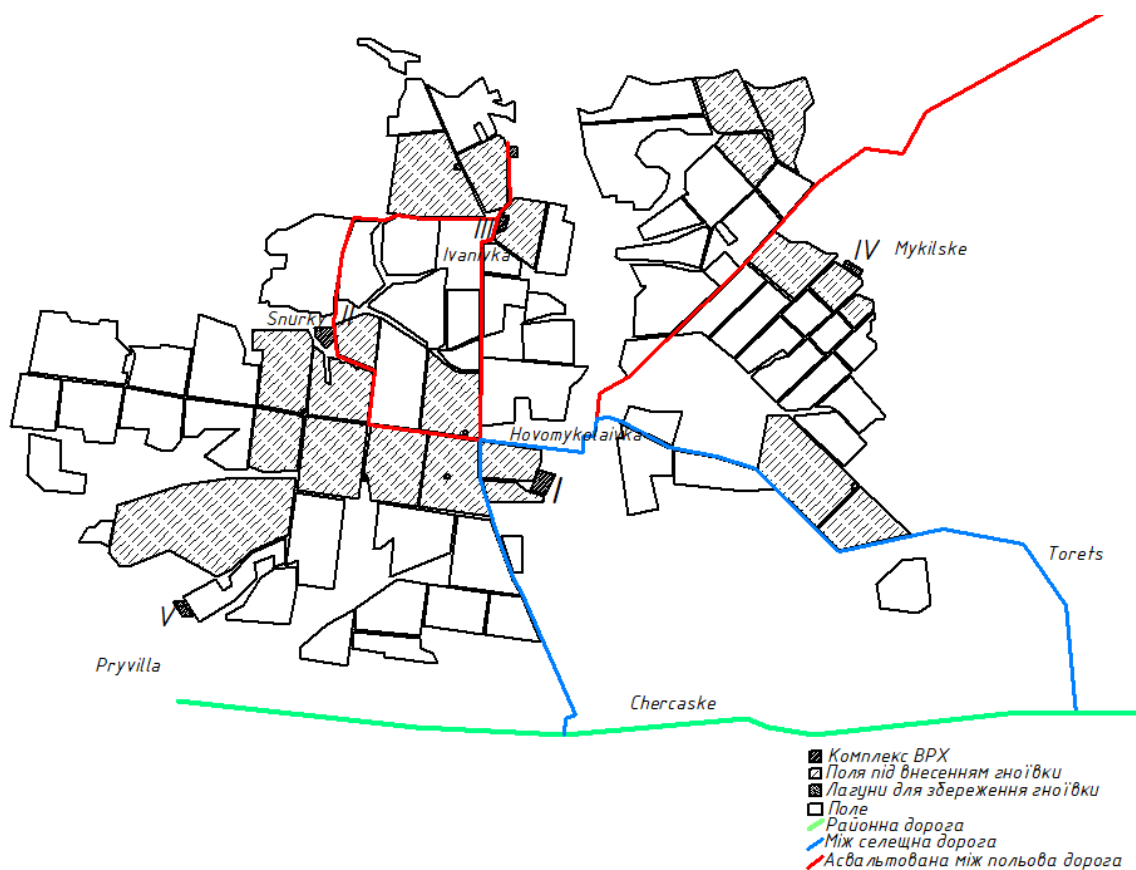


Рис.1.1 Карта господарства

Як видно з рис. 1.1 господарство знаходиться на північному заході Слов'янського району, Донецької області, має помірний стан асфальтованих доріг та виїзд на трасу М03. Головна майстерня та склади знаходиться в селищі

Новомиколаївка, таким чином відстань до найвіддаленіших полів не перевищує 9 км.

Земля господарства знаходиться в 7 населених пунктах в 5 з яких розміщені комплекси по вирощуванні м'ясних та молочних порід великої рогатої худоби. Поголів'я в 2170 голів, які створюють понад 35 тисяч тон органічних добрив на рік.

## 1.2 Грунтово-кліматичні умови господарства

Територіальне розміщення господарства дозволяє виділити основні періоди польових робіт за календарно допустимими строками, а саме:

- кінець квітня - початок червня – посів ярих культур;
- середина червня - середина липня – міжрядний обробіток просапних культур;
- середина липня - серпень – жнива ранніх зернових;
- вересень - жнива соняшнику та кукурудзи;
- жовтень - посів озимих;
- листопад - грудень – основний обробіток.

Зональне групування місцевості де розміщене господарство має основні два типи ґрунти, на заході та півдні це чорнозем опідзолений, а на півночі та сході знаходяться чорноземи звичайні середньо-гумусні. Глибина родючого ґрунтового шару складає 30-120 см, що дозволяє отримувати гарні врожаї, за умови, що буде наявна достатня кількість опадів. Каменястість полів - низька.

Формування полів за протяжністю вказує, що середній розмір становить 90 га при цьому довжина гонів складає 1100 м (довша сторона).

Кліматичні умови нашого господарства за кількістю опадів наведені на рис. 1.2 та в таблиці 1.1.

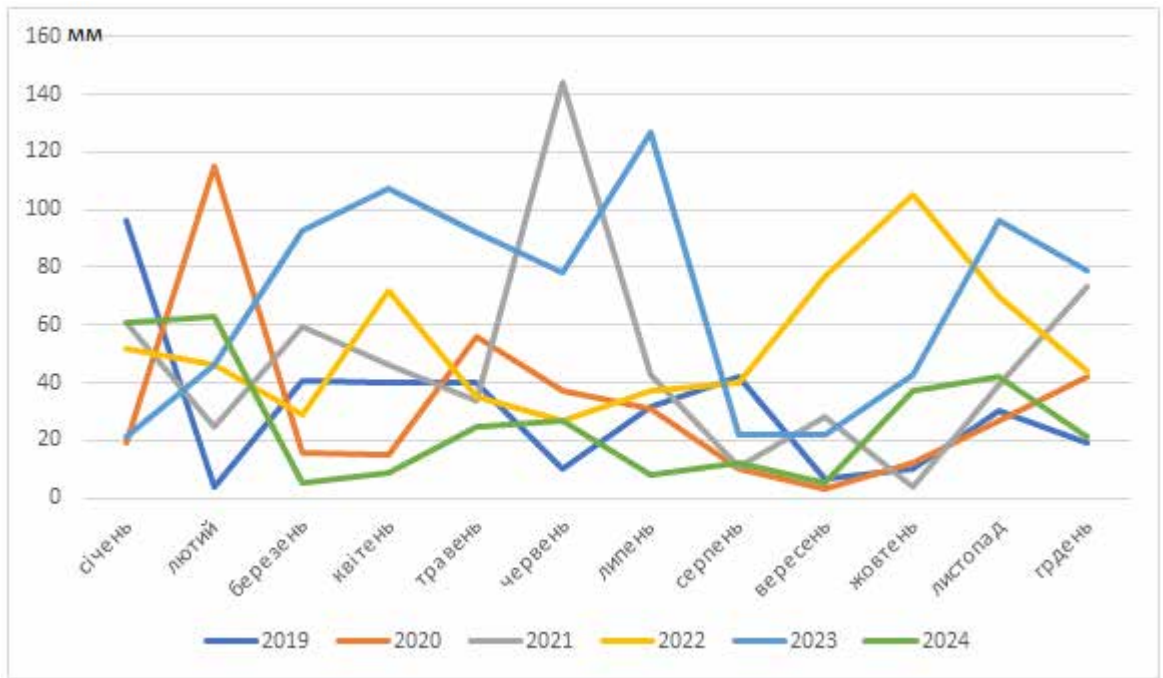


Рис. 1.2 Середні опадів мм по місяцях за останніх шість років

Таблиця 1.1

## Кількість опадів в господарстві

Рік	Місяці												Загалом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	96	4	41	40	40	10	32	42	7	10	30	19	371
2020	19	115	16	15	56	36	31	10	3	12	27	42	381
2021	61	25	59	46	34	144	43	11	28	4	38	74	568
2022	52	46	29	72	35	27	37	40	77	105	70	73	630
2023	21	46	93	107	92	72	127	22	22	43	96	79	828
2024	21	63	5	9	15	27	8	12	5	37	42	21	305
Серед	45	48	40	48	45	52	46	22	23	35	50	51	510

Проаналізувавши вище наведений графік (рис. 1.2) та таблицю 1.1 до нього маємо, що середня загальна кількість опадів по рокам становить 510 мм. Розподіл опадів по роках має відносно рівномірний характер, якщо порівнювати по середнім даним, проте серпень (8), вересень (9) та жовтень (10) є найбільш засушливими. Наведене просідання не дає змогу сформуванню гарного врожаю для

пізніх культур, таких як соя та кукурудза, а також провести якісну посівну озимих в оптимальні терміни.

Зміна температурних показників за останній рік наведена на рис. 1.3.

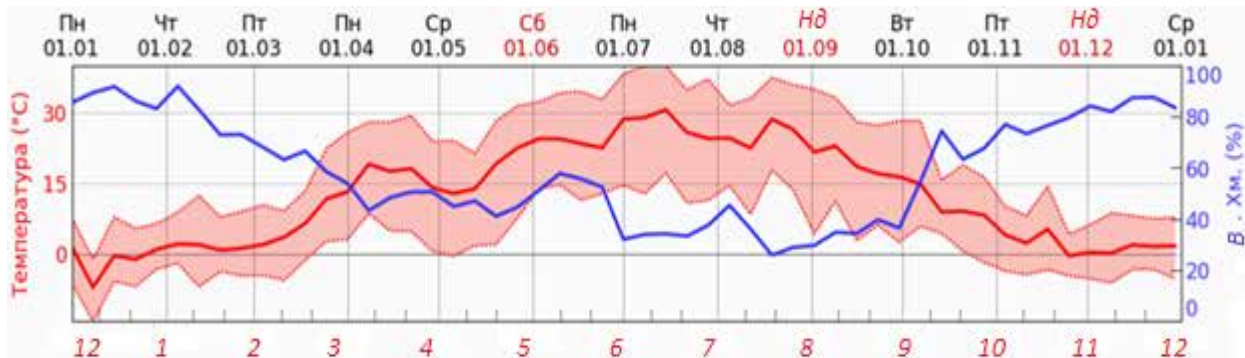


Рис. 1.3 Середня температура за 2024р

Проаналізувавши графік (рис. 1.3) середніх температур бачимо, що зима є відносно теплою, середня температура становить  $+1^{\circ}\text{C}$  та має лише декілька днів з морозами до  $-10^{\circ}\text{C}$ , що в свою чергу майже не зупиняє вегетацію озимих культур. В травні маємо ризик приморозків, та з наступним різким підвищенням температури до  $30^{\circ}\text{C}$  в тіні.

Зміна напрямку та швидкості вітру наведена на рис. 1.4

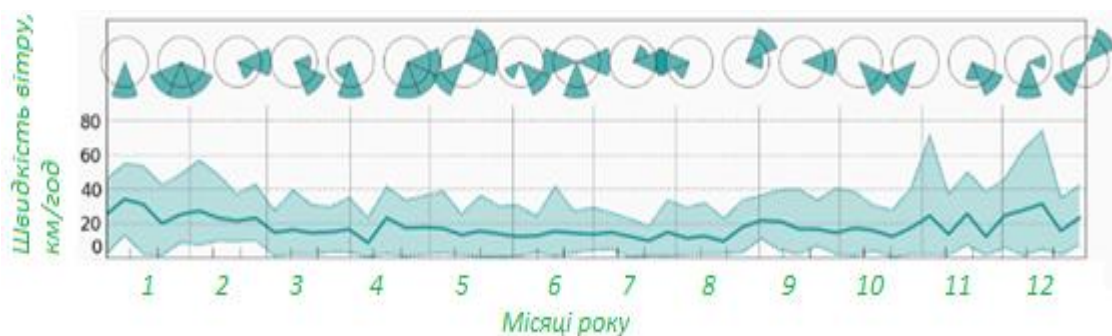


Рис. 1.4 Середня швидкість вітру за 2024р

З рис. 1.4 графіку середньої швидкості вітру, бачимо що його середня швидкість становить 20 км/год, що значно погіршує якість виконання технологічної операції, особливо при внесенні фунгіцидів та пестицидів. Зі стрімким підвищенням температур час роботи оператора для проведення обприскування зменшується до 3-4 годин в ранковий та вечірній час.

### 1.3 Земельні ресурси селянського (фермерського) господарства «Верес»

Характеристики виробничо-господарської діяльності нашого господарства розкриваються в структурі земельних угідь (табл. 1.2)

Таблиця 1.2

#### Земельні ресурси господарства

Види угідь	Площа ,га	В %до загальної площі
Всього земельні угіддя	7206	100
с/г угіддя	6910	95,9
з них рілля	6540	90,6
багаторічні насадження	2	0,0003
сіножаті	184	0,03
пасовища	380	0,05
господарські двори	10	0,0007
господарські шляхи	34	0,005
в т.ч. лісосмуги	237	0,035
ставки	0,5	0,00008

Як бачимо з табл. 1.2 господарство має 380 га пасовищ, які використовуються для випасу великої рогатої худоби - м'ясних порід в літній період для зменшення затрат на годівлю та утримання.

Дороги та лісосмуги, що межують з полями, господарство утримує у належному стані, що позитивно впливає на логістику та зменшує пошкодження техніки при виконанні транспортних робіт.

Аналіз діяльності господарства розкривається в структурі його посівних площ (табл. 1.3)

Таблиця 1.3

## Структура посівних площ

	2021	2022	2023	2024	
	га	га	га	га	%
Зернові, всього	3149	3365	2875	3090	44
Ярий ячмінь	206	200	320	300	5
Озимий ячмінь	264	340	365	350	5,6
-озима пшениця	2159	2460	1740	1860	26,6
-горох	73	65	50	80	0,7
-кукурудза	447	300	400	420	6,1
Технічні культури, всього	2152	2195	3475	3170	53
- соняшник	1828	1655	2760	2520	41
- ріпак	324	540	615	640	9,5
Кормові культури, всього	286	280	300	370	3
- кукурудза на силос	102	120	180	220	1,2
- багаторічні трави	184	160	120	150	1,6
- на сіно	120	100	60	80	1
- на з/корм	64	60	60	60	0,6
Всього ріллі	5594	5840	6530	6540	100

Отже, бачимо, що господарство класифікує себе, як насіннєве та племінне з вирощування великої рогатої худоби, тому половина площі засіяні зерновими з яких близько двох тисяч насіннєві ділянки. Інша половина площі під олійними культурами для сівозміни переважна більшість з якої соняшник через стійкість до посухи та залишок (за кормовими культурами) для годівлі великої рогатої худоби.

#### 1.4 Машинно-тракторний парк та його використання

Наявність енергетичних засобів в господарстві вказано в табл. 1.4

Таблиця 1.4

##### Енергетичні засоби в С(Ф)Г «Верес»

п/п	Марка трактора	Кількість, шт.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	John Deere 8400	4
2	Fendt 1050 vario	1
3	John Deere 8430	2
4	MTЗ 892	8
5	MTЗ 82	3
6	MTЗ 80	3
7	ХТЗ-17221-21	4
	Марка комбайна	
8	John Deere W660	3
9	Claas Tucano 470	2
10	Claas Jaguar 860	1
	Марка обприскувача	
11	Теснома Laser 4200	2

## Продовження табл. 1.4

1	2	3
	Марка навантажувача	
12	JCB 541-70	1
13	JCB 535-95	2
14	JCB TM 320	1

З таблиці 1.4 бачимо, що господарство має достатню кількість потенціальних тракторів потужністю 240 кс. та 330 кс., що дозволяє повністю перекласти на них обов'язок з обробітку ґрунту, внесення добрив та посів. Інші трактори, такі, як МТЗ та ХТЗ використовуються тільки на транспортних роботах та обслуговування ферм великої рогатої худоби м'ясного та молочного стада.

Крім забезпеченості енергетичними засобами в господарстві наявним є також автомобільний транспорт (табл. 1.5)

Таблиця 1.5

## Наявність автотранспорту в господарстві

п/п	Марка автомобіля	Кількість, шт.
1	ГАЗ 3309	2
2	MAN TGX 480	3
3	T4 - Volkswagen	5

Як бачимо з табл. 1.5 забезпеченість автомобілями марки ГАЗ 3309, які працюють транспортних роботах з посівними матеріалами елітних сортів сільськогосподарських культур, а автомобілі марки MAN виконують транспортування від зерна з поля до місця зберігання, а також підвезення добрив з місця зберігання до місця завантаження машинно-тракторного агрегату на полі. Тому збільшувати автопарк можна тільки після внесення змін в технологічні

рішення щодо вирощування сільськогосподарських культур за орієнтуючись на пропускну спроможність елеватора.

Забезпеченість господарства технічними засобами на прикладі сільськогосподарських машин можна побачити в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

## Наявність сільськогосподарських машин в господарстві

п/п	Сільськогосподарська машина	Марка сільськогосподарської машини	Кількість, шт.
1	2	3	4
1	Дискова борона	Farmet Softer 6 PS	2
2	Вертикальний обробіток	SALFORD RTS I-2100	2
3	Культиватор передпосівний	Allrounder -profiline- 750	3
5	Сівалка зернова	Amazone Primera DMC 6000-2	2
7	Сівалка зернова	Horsch Avatar 12.25	1
8	Сівалка просапна	Monosem 8 NX	2
9	Сівалка просапна	Horsch maestro 12sv	2
11	Носій strip-till	Czajkowski ST 6	1
12	Зернова шина	Czajkowski PS 6000	1
13	Дискова борона	Horsch Joker 8	1
14	Чизель	Horsch FG 5м	2
15	Глибокорозпушувач	Bednar Terralend TO	1
16	Глибокорозпушувач	Гр 3,4	2
17	Катки	Vaderstd reklus 1250	1
18	Розкидач мін. добрив	Amazone ZA-TS 4200	2

Продовження табл. 1.6

1	2	3	4
19	Ґрунтова фреза	Kuhn HR 6004 RDC	1
20	Мульчувач	Kuhn RM 5000	1
21	Прес-підбирач	Kuhn 1290 LSD	1
22	Косарка-плющила	Kuhn fc 4060 ter	1
23	Причеп зерновоз	2-ПТС-9	5
25	Причеп зерновоз	2-ПТС-6	8
26	Навів-причеп зерновоз	Bodex KIS	3
27	бочка	МЖТ-12	2
28	Ґноєрозкидач	ТЗП-27	2
29	Бочка для рідкої органіки	Joskin x-trem2 30000DX	2
30	Культиватор інжектор	Terraflex	2
31	Борона пружинна	"Comber"12	2
32	Борона ротаційна	МРН-6	4
33	Зернова жниварка	John Deere F625	3
34	Соняшникова жниварка	Maizco 12	3
35	Зернова жниварка	Claas c730	2
36	Соняшникова жниварка	Claas Sunspeed 12-70	2
37	Кукурудзяна жниварка	CAPELLO Quasar F8	1
38	Силосна жниварка	Orbis 750	1
39	Причіп перевантажувач	ПБН-33	1
40	Соломовозка	Pronar T653	6

З табл. 1.6 видно, що господарство має досить різноманітний парк причіпної техніки, що дозволяє підлаштуватися під різні кліматичні умови. Мінусом даного машинно-тракторного парку нашого господарства є недостатня кількість обприскувачів при заданих погодних умовах. Ще одним з недоліків, які

можна зазначити є недостатня кількість зернових комбайнів, що спричиняє збільшення термінів агротехнічних строків збирання врожаю, що приводить до втрати врожайності ранніх зернових культур.

## 2. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ

### 2.1 Перспективи вирощування озимого ріпаку

Ріпак озимий – представник родини капустяних. Насіння якого містять 37-51% олії, 5-7% клітковини, 15-20% білка. Основною ціллю вирощування ріпаку є олія, яка використовується в різних харчових та хімічних галузях промисловості.

Попит на ріпакову олію з кожним роком збільшується, як на харчові так і хімічні потреби. Її вживають, як в чистому виді до салатів та на онові неї готують майонез, маргарин, кондитерські жири та ін. Олія ріпаку корисна для здоров'я, зменшуючи холестерин в крові. Але через наявні ерукові кислоти в насінні його застосування обмежене в харчових цілях [1].

Жирні кислоти з ріпаку використовують для виробництва свічок, мила, лаків, гуми та пластмас, які швидко руйнуються в природньому середовищі. Також виробники миючих засобів широко зацікавлені в використанні ріпакової олії з якої виготовляють пральні порошки та інші очищуючі цінності.

Використання шроту та макухи з ріпаку для годівлі великої рогатої худоби було обмежено через ферментативні процеси гідролізу в організмах тварин, що створюють небажані речовини – нітрити та ізотіціанати, які знижують продуктивність росту худоби.

Озимий ріпак є добрим попередником для ранніх зернових культур. Рештки рослини озимого ріпаку мають додатковий фітосанітарний ефект, який покращує боротьбу з бур'янами в наступних посівах сівозміни. Коріння ріпаку за своєю будовою має стрижневу будову, що дозволяє йому засвоювати вологу та поживні речовини з більш глибоких шарів, таким чином розпушуючи ґрунт. Процес збору врожаю починається в липні, що дозволяє мати більше часу на підготування площі для посіву нового врожаю. Результативною сукупною дією цих факторів є прибавка врожайності наступної в сівозміні культури в межах від 4 ц/га до 6 ц/га.

Ріпак дуже примхливий до попередника, тому кращим вибором у сівозміні при виборі з яких будуть ранні зернові. Після збирання ріпаку залишається велика кількість пожнивних решток, які є чудовим органічним добривом. Для мінералізації ріпакової соломи не потрібен додатковий азот, як у випадку з зерновими. Після її мінералізації в ґрунт повертається 50-60 кг. калію, 65-70 кг. азоту та 30-35 кг. фосфору в діючій речовині на гектар. Також вирощування ріпаку на сидерат є перспективним напрямом в землеробстві, покращуючи родючість ґрунту.

## 2.2 Особливості технології вирощування озимого ріпаку

Технологічна лінія вирощування озимого ріпаку передбачає наступні складові заходи:

- підготовка ґрунту;
- вибір насіння;
- спосіб сівби;
- догляд за посівами.

Підготовка ґрунту.

Головним аспектом вдалого вирощування озимого ріпаку є якісна підготовка ґрунту. Це включає в себе виконання наступних операцій:

- осадження ґрунту після основного обробітку,
- закриття вологи та формування верхнього шару з рівномірною дрібно грудастою структурою для протидії ерозії та контролю бур'янів.

Через фізіологічні особливості кореневої системи озимого ріпаку, бажаним основним обробітком є глибока оранка 23-26 см, або рихлення на 33-36 см. Попередньо перед таким обробітком проводять технологічний захід – лушення стерні для руйнування капілярів у ґрунті, провокування падалиці та початку мінералізації пожнивних решток. Перед або під час основного обробітку виконують внесення депозитних добрив.

Пожнивні рештки повинні рівномірно бути розподілені по поверхні поля, незалежно від вибраної системи основного обробітку. Сам основний обробіток проводиться за 3-4 тижні до передпосівної підготовки поверхні поля та посіву озимого ріпаку. Зазначений вище проміжок час дозволяє ґрунту відновити структуру та осісти.

Передпосівний обробіток включає в себе культивацію на глибину 3-4 см, що на 1-2 см нижче від глибини посіву. Таким чином створюється тверде посівне ложе та дрібногрудчаста структура зверху, що допомагає зберігати вологу в ґрунті. Далі відбувається посів на глибину 2-3 см, здійснюється прикочування гладкими або голчасто-шпоровими котками з наступною обробкою ґрунтовим гербіцидом. Для мінімальної системи обробітку глибину посіву збільшують до 3-4 см.

#### Вибір насіння

При вирощуванні озимого ріпаку при виборі насіння критичну увагу приділяють подальшому його застосуванню, що в свою чергу впливає на вибір гібриду та сорту сільськогосподарської культури.

#### Основні гібриди та сорти:

без ерукової кислоти (00): у цих гібридах вміст кислоти мінімальний, що підвищує харчову цінність олії, та робить її більш безпечною до споживання.

Контроль глюкозинолатів (природніх матаболітів) в насінні при високому рівні вмісту впливають на якість шроту та є токсичними для тварин. Сучасні селекції спрямовані на зниження глюкозинолатів (природніх матаболітів), що покращують якість шроту, як білкового корму.

Традиційні сорти (++) містять високий рівень глюкозинолатів та ерукової кислоти – використовують для сидератів.

Звичайної якості сорти (0+) містять помірний рівень глюкозинолатів та ерукової кислоти – використовують для виробництва олії.

Подвійного призначення сорти (00) містять низький рівень глюкозинолатів та ерукової кислоти – використовують для отримання якісного шроту та олії.

Спеціалізовані сорти для промисловості (+0): використовують для отримання технічних олій для виробництва біодизеля та шроту на корм.

В таблиці 2.1 зазначено інформацію щодо норм висіву класичних сортів та гібридів ріпаку у різні терміни.

Таблиця 2.1

Норми висіву класичних сортів та гібридів ріпаку

Терміни сівби	Кількість насінин на м <sup>2</sup>	
	Класичні сорти	Гібриди
Рання, 10-20 серпня	50-55	35-45
Середня, 20-31 серпня	> 55	45-50
Пізня, на початку вересня		> 55

Отже, як бачимо з таблиці 2.1 орієнтовними значеннями норми висіву ріпаку залежно від терміну сівби є кількість насінин на м<sup>2</sup> залежно від сорту та гібриду.

Норма висіву для сортів складає 4-6 кг/га, що рівна 1-1,2 млн. шт. схожих насінин на 1 га, а гібридів рівна 2-4 кг/га, відповідно 0,5-1,0 млн. шт. схожих насінин на 1 га.

Для перезимівлі озимого ріпаку необхідно набрати біомасу за період вегетації не менше ніж 60 днів з сумне значення всіх температур загалом має не перевищувати 800 °С. Занадто раннім посівам необхідне регулювання росту для уникнення переростання рослини, а занадто пізнім притаманний недостатній розвиток, що призведе до втрати максимальної врожайності або вимерзання культури.

В останні роки все частіше використовують ранні терміни посіву починаючи з липня. Це дозволяє краще використати вологу в ґрунті та сформувати потужнішу кореневу систему, проте потребує додаткової регуляції росту та пестицидного обробітку рослин.

Спосіб сівби.

Ріпак рекомендується висівати широкорядним методом 30-35 см. Застосування сівалок точного висіву дозволяє зменшити норму висіву до 0,3-0,6 млн. шт. на 1 га без втрати врожайності за рахунок збільшення польової схожості та перезимівлі рослин.

Догляд за посівами.

Включає системний контроль за шкідниками, бур'янами, внесення добрив та захист від хвороб за потреб рослин.

Озимий ріпак не припиняє вегетацію навіть при температурі +5..+6 °С і витримує нічні приморозки. В цей період він загартовується на протязі 14-20 днів, під час цього процесу загартування накопичуються цукри, які підвищують морозостійкість. Наступна фаза загартування триває 6-8 днів при температурі - 5 °С, що спричиняє виведення вільної води з клітин рослини додатково покращуючи морозостійкість сільськогосподарської культури.

Для одержання максимального врожаю озимого ріпаку (рис 2.1), необхідно отримати міцний корінь та 6-10 розвинених листків, при густоті в 30-50 рослин на м<sup>2</sup>. Також точка росту не повинна бути вище 1 см від поверхні землі.



Рис. 2.1 Оптимальний стан рослини для перезимівлі [23]

## 2.3 Переваги застосування технології Strip-till

Що з себе представляє технологія Strip-till?

Технологія Strip-till являє собою систему ґрунтообробітку, яка поєднує елементи нульового та традиційного обробітку ґрунту. Основний принцип полягає в обробітку лише вузької смуги ґрунту, де безпосередньо здійснюватиметься посів культури, залишаючи міжряддя недоторканими. Такий цілеспрямований обробіток мінімізує загальне порушення ґрунтового покриву. У рядках створюються оптимальні умови для проростання насіння та розвитку кореневої системи, тоді як у міжряддях зберігається недоторкана структура ґрунту, де пожнивні рештки сприяють збереженню вологи та запобіганню ерозії. Такий підхід забезпечує баланс між підготовкою якісного посівного ложа та збереженням ресурсів ґрунту [19].

На відміну від традиційних методів обробітку, таких як оранка, яка передбачає повне перевертання ґрунтового профілю, що може призвести до порушення його структури та зниження вмісту органічної речовини, Strip-till значно менше впливає на ґрунт. Традиційні методи включають багаторазові проходи по полю для дискування, боронування, або культивування, що збільшує ущільнення ґрунту та витрати палива. Strip-till спрямований на зменшення кількості проходів техніки полем, та інтенсивності механічного впливу на ґрунт, пропонуючи більш сталий підхід до землеробства. Зменшення руйнування ґрунту та кількості проходів техніки при Strip-till прямо пов'язане з потенційною економією часу, праці та палива порівняно з традиційними методами, оскільки менша кількість операцій вимагає меншого використання машин та часу оператора, що призводить до зниження загальних витрат на виробництво.

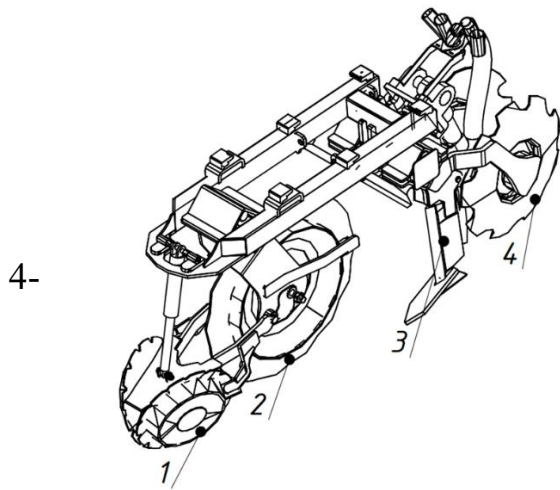
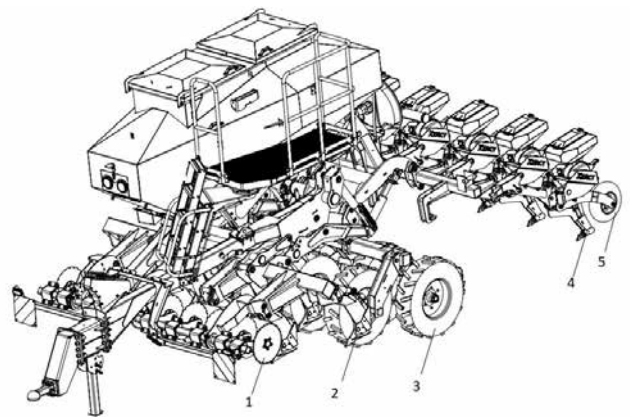


Рис. 2.2 Схема робочої секції двопрохідного Strip-till агрегату яка складається: 1-дисковий очисник ряду; 2-прорізаючи диск; 3-розпушувальна стійка; закриваючі диски

Рис. 2.3 Схема однопрохідного Strip-till агрегату в складі якого:

1-прорізаючий диск; 2-стійка розпушувача; 3-пакер для зворотного ущільнення; 4 висіваючий анкер; 5-прикочувальне колесо[22].



Існують різні варіанти систем Strip-till, зокрема однопрохідні (рис.2.3) та дворохідні проілюстровано на (рис. 2.2.) Однопрохідні системи передбачають виконання за один прохід таких операцій, як формування смуг, внесення добрив (як мінеральних, так і рідких) та посів. Двопрохідні системи передбачають спочатку формування смуг та внесення добрив, а потім, за окрему операцію, здійснення посіву. Двопрохідні системи часто є кращим вибором для важких або вологих ґрунтів, оскільки дозволяють підготовленим смугам прогрітися та підсохнути перед посівом, створюючи краще посівне ложе. Вибір між однопрохідною та двопрохідною системами Strip-till залежить від ґрунтових умов, наявного обладнання, а також конкретних потреб та вподобань аграрія.

Для впровадження технології Strip-till використовується спеціалізована техніка, основними компонентами якої є - ріжучі диски (для управління

пожнивними рештками), очисники рядків, глибокорозпушувальні стійкі (здатні обробляти ґрунт на глибину до 28 см), пристрої для внесення добрив та закриваючі диски та прикочуючі колеса. Існують як навісні, так і причіпні варіанти Strip-till агрегатів з різною кількістю робочих органів та робочою шириною. Важливу роль у використанні технології є система GPS-навігації, які забезпечують точне позицювання рядків в оброблених смугах. Спеціалізоване обладнання для інтегрованого внесення добрив, може мати вищу початкову вартість порівняно з базовою технікою для обробітку ґрунту, однак фермерам, які розглядають впровадження Strip-till, необхідно враховувати ці капітальні витрати та оцінювати довгострокову окупність інвестицій за рахунок зниження експлуатаційних витрат та потенційних переваг у врожайності [20].

#### 2.4 Переваги переходу на органічні добрива при вирощуванні озимого ріпаку

Головними завданнями для визначення переваги переходу на органічні добрива при вирощуванні озимого ріпаку впливають наступні:

за дослідженнями вчених, визначено, що внесення оптимізованих норм живлення для ріпаку позитивно впливає на його врожайність. Їхнє різноманіття за нормами є вирішальним для проблеми продовольчої кризи [4].

За висновками вчених отриманих під час досліджень була встановлена норма добрив для кращої продуктивності озимого ріпаку є  $N_{240}P_{120}K_{240}$  [5].

Також слід відмітити, що при збільшенні норми добрив приріст врожайності озимого ріпаку збільшується, але відсоток приросту його значно зменшується.

За оцінкою попередніх досліджень, які виконувалися в Хмельницькій області в умовах типового чорнозему виявлено, що базова врожайність була на рівні 19 ц/га, а найбільша нова становила 39 ц/га у відповідній технологічній лінії живлення мінеральними добривами у нормі  $N_{60}P_{80}K_{130}$  з наступною підкормкою в  $N_{70}$ . За такою схемою живлення приріст врожайності склав 20 ц/га або 101%.

Оцінка загального вмісту NPK у рідкому гною великої рогатої худоби

На основі статистичних даних знаходять середні значення вмісту NPK для гноївки великої рогатої худоби за вмістом від 4% до 10% сухої речовини. Виходячи з цих даних маємо співвідношення N - 0,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0.2% та K<sub>2</sub>O - 0.35% для гноївки з вмістом 6% сухої речовини [7].

Орієнтуючись на попередні дослідження та знаючи аналіз гноївки великої рогатої худоби, дійшли до висновку, що норма в 25т/га добрива повністю задовольняє в потребі поживними речовинами та суттєво підвищує врожайність озимого ріпаку [6].

«Інститут землеробства НААН України» також проводив власні дослідження і теж рекомендує до використання гноївки великої рогатої худоби в якості основних добрив, але при належному контролю мікроелементів та важких металів [7].

Виробництво продукції сільського господарства повинне здійснюватися згідно нормативних вимог щодо охорони навколишнього середовища. Важливо спиратися на безпечне застосування азотних добрив у агропромисловому комплексі. Поживні речовини, що містяться в гноївці великої рогатої худоби, мають легко доступну форму, що безперешкодно засвоюється рослинами та має позитивний вплив на властивості ґрунту.

Таким чином, результати досліджень показують про позитивний ефект заміни високовартісних мінеральних добрив на органічні. Також слід відмітити, що мінеральні добрива не засвоюються повністю, а лише на 40% проти 90% органічних біодобрив, які мають довгостроковий ефект.

## 3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахунок розподільчого колектору

Конструкція розподільчого колектору містить один вхідний патрубок та ємність, що рівномірно розподіляє потік на 16 відводів.

Матеріал трубопроводів вибрано з армованою гумою, для неї рекомендованою є швидкість потоку, що має складати  $v = 1 - 3$  м/с для мінімізації зносу та гідравлічних втрат. Для розрахунків приймаємо середнє значення швидкості 2м/с. Процес розрахунку виконуємо наступним чином:

1. Визначаємо потік для одного відводу:

Загальна подача  $Q_{\text{заг}}$  становить  $2\text{м}^3/\text{хв}$ . Звідси:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{V}{t} \cdot \text{м}^3/\text{с} \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{заг}} = \frac{2}{60} \approx 0,0333, \text{м}^3/\text{с}.$$

Потік для одного відводу складатиме:

$$Q_{\text{відв}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{n_{\text{відв}}}, \text{м}^3/\text{с} \quad (3.2)$$

де  $n_{\text{відв}}$  – кількість відводів, шт.

$$Q_{\text{відв}} = \frac{0,0333}{16} = 0,00208, \text{м}^3/\text{с}.$$

2. Розраховуємо діаметр патрубків.

Використовуємо формулу для витрат:

$$Q = A * v = \frac{\pi d^2}{4} * v \quad (3.3)$$

де:  $Q$  - витрата, м<sup>3</sup>/с;

$A$  - площа перерізу труби, м<sup>2</sup>;

$v$  - швидкість потоку, м/с;

$d$  - діаметр труби, м.

Знаходимо діаметр з наведеної вище формули:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 0.00208}{3.14 * 2}} \approx 0.0364 \text{ м.}$$

Переводимо отримане значення діаметра в міліметри:

$$d_{\text{від}} \approx 0,0364 * 1000 = 36,4 \text{ мм.}$$

Гумові труби мають стандартні значення, тому підбираємо найближчий діаметр труби в більшу сторону, що підходить за розмірними показниками, тоді згідно до параметрів  $d_{\text{від}}$  буде становити 38 мм.

3. Розраховуємо діаметр підводного патрубку колектору.

Приймаємо швидкість потоку на вході  $v_{\text{вхід}} = 2,5$  м<sup>3</sup>/с.

Використовуємо формулу для витрат (3.4) для визначення діаметру підводного патрубку:

$$D_{\text{вхід}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{заг}}}{\pi v_{\text{вхід}}}} \cdot \text{м} \quad (3.5)$$

$$D_{\text{вхід}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0333}{3,14 \cdot 2,5}} \approx \sqrt{0,0154 \text{ м}} \approx 0,124 \text{ м.}$$

Переводимо отримане значення діаметра в міліметри:

$$D_{\text{вхід}} \approx 0,124 \cdot 1000 = 124 \text{ мм}$$

Гумові труби мають стандартні значення, тому підбираємо найближчий діаметр труби в більшу сторону, що підходить за розмірними показниками, тоді згідно до параметрів  $D_{\text{вхід}}$  буде становити стандартне значення 125 мм.

4. Визначимо тиск у системі.

Знаючи характеристики бочки та насосу, що встановлений на ній (VX186-260) при подачі в  $0,0333 \text{ м}^3/\text{с}$  він видає 1,7-1,9 бар.

Довжина металевої частини трубопроводу рівна  $L_{\text{м}} = 9 \text{ м}$ .

Висота підйому  $\Delta h = 2,9 \text{ м}$ .

Довжина гумової частини трубопроводу  $L_{\text{г}} = 8,75 \text{ м}$ .

Динамічна в'язкість рідкої гноївки складає  $\mu = 950 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Для визначення втрат тиску в системі застосуємо формулу Дарсі-Вейсбаха:

$$\Delta P = fD \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (3.6)$$

де:  $\Delta P$  - втрата тиску, Па.

$fD$  - коефіцієнт гідравлічного тертя.

Визначаємо число Рейнольдса (Re):

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}. \quad (3.7)$$

$$Re = \frac{1000 \cdot 2,5 \cdot 0,125}{0,95} = 349,7.$$

Отримане значення менше ніж 2300, тож режим течії – ламінарний.

Визначаємо коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$fD = \frac{64}{Re}, \quad (3.8)$$

$$fD = \frac{64}{349.7} = 0.183.$$

Визначаємо витрати тиску на підйом:

$$\Delta P_{\text{під}} = \rho * g * \Delta h. \quad (3.9)$$

$$\Delta P = 1000 * 9.81 * 2.9 = 28449 \text{ Па або } 0,284 \text{ Бар.}$$

Витрати тиску на прямій ділянці:

$$\Delta P_{\text{пр}} = fD * \frac{L}{D} * \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3.10)$$

$$\Delta P = 0.183 * \frac{9}{0.133} * \frac{1000 * 2.5^2}{2} = 38900 \text{ Па або } 0,389 \text{ Бар.}$$

Витрати тиску на ділянці зі шланги:

$$\Delta P_{\text{шл}} = 0.183 * \frac{8,75}{0.133} * \frac{1000 * 2.5^2}{2} = 37625 \text{ Па або } 0,376 \text{ Бар.}$$

Витрати на місцевих опорах:

Для повороту на 45° коефіцієнт місцевих втрат на транспортування становить  $\zeta_{\text{пов}} = 0,3$ . Тоді загальні втрати на повороті знаходимо за формулою:

$$\Delta P_{\text{пов}} = \zeta_{\text{пов}} * \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Бар} \quad (3.11)$$

$$\Delta P = 11 * 0.3 * \frac{1000 * 2.5}{2} = 10312.5 \text{ Па або } 0,103 \text{ Бар.}$$

Для з'єднувальних фітінгів, коефіцієнт місцевих втрат становить  $\zeta_{\text{фіт}} = 0,5$ . Тоді загальні втрати на проходження зазначених елементів знаходимо за формулою:

$$\Delta P_{\text{фіт}} = \zeta_{\text{фіт}} * \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Бар} \quad (3.12)$$

$$\Delta P = 4 * 0,5 * \frac{1000 * 2.5}{2} = 6250 \text{ Па} = 0,063 \text{ Бар.}$$

Визначаємо загальні втрати тиску в системі:

$$\Delta P_{\text{заг}} = \Delta P_{\text{під}} + \Delta P_{\text{пр}} + \Delta P_{\text{шл}} + \Delta P_{\text{пов}} + \Delta P_{\text{фіт}}, \text{ Бар} \quad (3.13)$$

$$\Delta P = 0,376 + 0,389 + 0,384 + 0,103 + 0,063 = 1,215 \text{ Бар.}$$

Визначаємо вихідний тиск:

$$P_2 = P_1 - \Delta P_{\text{заг}}, \text{ Бар} \quad (3.14)$$

$$P_2 = 1,9 - 1,215 = 0,685 \text{ Бар.}$$

Таким чином нами було виконано розрахунок розподільчого колектору для внесення рідких органічних добрив та всіх складових елементів, що до нього входять.

### 3.2 Розрахунок сил реакції опори підставок

1. Для першої підставки розрахунок здійснюємо з конструктивно підібраної форми з таким параметрами:

Висота підставки  $h$  рівна 2м.

Довжина виносу кронштейну балки  $L$  рівна 0.4 м.

Маса одного метра підставки конструкційної сталі  $m$  складає 20 кг.

Прискорення вільного падіння  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ .

Загальна вага підставки визначається за формулою:

$$W = h * m, \text{кг} \quad (3.15)$$

$$W_{\text{підс}} = 2,4 * 20 = 48 \text{ кг.}$$

Сила ваги підставки:

$$P = W * g, \text{Н} \quad (3.16)$$

$$P_{\text{п}} = 48 * 9,81 = 470,88 \text{ Н.}$$

Сила ваги шланги:

$$P_{\text{ш}} = 300 * 9,81 = 2943 \text{ Н.}$$

2. Сила реакції опори:

Вертикальна сила реакції опори ( $R_y$ ) повинна врівноважувати загальну вагу, яку визначаємо за формулою:

$$R_y = P_{\text{ш}} + P_{\text{п}}, \text{Н} \quad (3.17)$$

$$R_y = 2943 + 470.88 = 3413.88 \text{ Н.}$$

Визначасмо момент для шлангу:

$$M_{\text{ш}} = P_{\text{ш}} * L, \text{ Нм} \quad (3.18)$$

$$M = 2943 * 0,4 = 1177,2 \text{ Нм}$$

Момент для всієї реакції:

$$M = M_{\text{ш}} + F_{\text{п}}, \text{ Нм} \quad (3.19)$$

$$M = 1177,2 + 470,88 = 1648,08 \text{ Нм.}$$

Отже, опора повинна витримувати силу направлену вгору (рис. 3.1)/

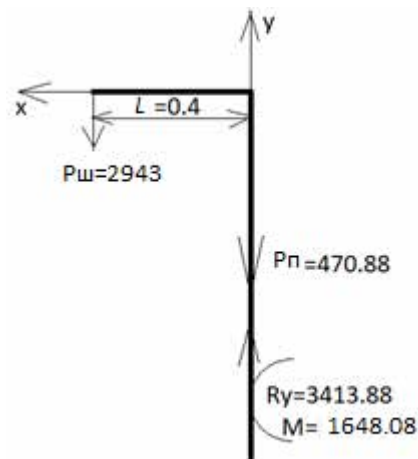


Рис. 3.1 Сили реакції опори для першої півставки

Визначасмо силу реакцій опору для другої опори:

Вхідні данні:

Маса вантажу  $m_1$  рівна 700 кг (колектор разом зі шлангами).

Маса опори  $m_2$  становить 80 кг.

Кількість опор  $n$  дорівнює 2 штуки.

Вага вантажу визначається за формулою (3.16):

$$P_1 = 700 * 9,81 = 6867 \text{ Н.}$$

Вага двох опор по аналогії визначається за формулою (3.16):

$$P_2 = 2 * 80 * 9,81 = 1569,6 \text{ Н}$$

Реакцію сил опору для кожної опори знаходять за формулою:

$$R = \frac{P_1 + P_2}{2}, \text{ Н} \quad (3.20)$$

$$R = \frac{6867 + 1569,6}{2} = 4218,3 \text{ Н.}$$

Розраховані сили реакції опор наведені на рис. 3.2.

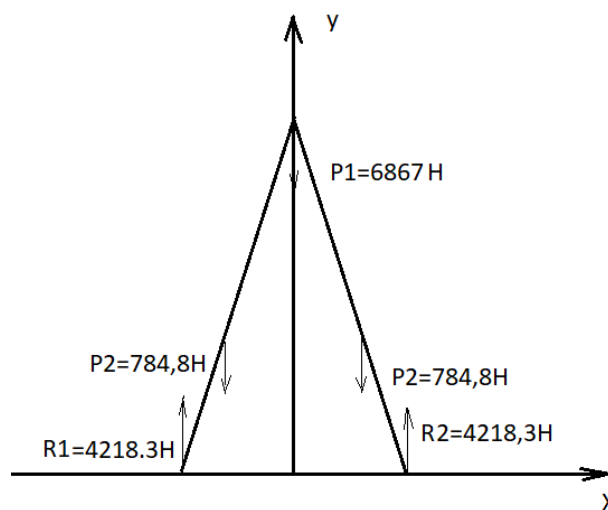


Рис. 3.2 Сили реакції опори для другої підставки

### 3.3 Розрахунок технологічної операції

Розрахунок проводимо для комбінованого strip-till агрегату зазначеного на рис.3.3 до складу якого входять:

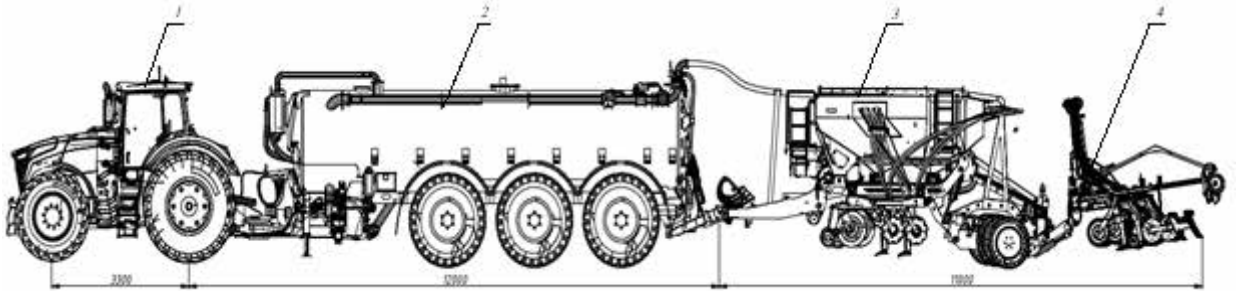


Рис 3.3 Схема комплексного агрегату strip-till до складу якого входять:

- 1-трактор Fandt 1050 vario;
- 2-бочка для рідких органічних добрив Joskin x-trem2 30000DX;
- 3-strip-till носій Czajkowski ST 6;
- 4-зернова шина Czajkowski PS 6000.

Тривалість навантаження розраховують за формулою:

$$t_H = \frac{Q_H \cdot \gamma}{\Pi}, \text{ год} \quad (3.21)$$

де  $\Pi$  – продуктивність навантажувача, т/год,

$$t_H = \frac{30 \cdot 1}{325} = 0,09 \text{ год.}$$

Продуктивність навантажувача визначають за формулою:

$$\Pi = W_{ГТ} \cdot \tau_H, \text{ т/год} \quad (3.22)$$

де  $W_{гт}$  – годинна технічна продуктивність навантажувача, т/год,

$$\Pi = 361 * 0,9 = 325 \text{ т/год.}$$

Коефіцієнт використання пробігу  $\beta_n$  обчислюють за формулою враховуючи, що при середній довжині гону 1,1 км та 0,5 км до лагуни маємо:

$$\beta_n = \frac{l_B}{l_B + l_{\text{об}}} \quad (3.23)$$

де  $l_B$  – відстань пробігу з вантажем, км,

$l_{\text{об}}$  – відстань пробігу без вантажу, км.

$$\beta_n = \frac{1.1+1.1+0.5}{2.7+0.5} = 0.84.$$

Для багатоопераційного (комплексного) причіпного агрегату максимальна ширина захвату визначаємо за формулою:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{ГАК}}}{K_{V_1} + K_{V_2} + \dots + K_{V_n} + (g_{M_1} + g_{M_2} + \dots + g_{M_n}) \cdot \frac{i}{100} + g_{3ч} (f_{3ч} + \frac{i}{100})}, \text{м.} \quad (3.24)$$

Величина тяги на гаку трактора знаходимо за формулою:

$$P_{\text{ГАК}} = \frac{10^4 \cdot (N_{eH} - \frac{N_{\text{ВВП}}}{\eta_{\text{ВВП}}}) \cdot i_{\text{ТР}} \cdot \eta_{\text{ТР}}}{r_k \cdot n_H}, \text{кН} \quad (3.25)$$

$$P_{\text{ГАК}} = \frac{3.6 \cdot 386 \cdot 0.96}{10} - 220 (0.09 + 0.02) = 113 \text{ кН.}$$

Максимальна сила зчеплення визначається за формулою:

$$F_{\text{max}} = \mu \cdot G_{3ч}, \text{кН} \quad (3.26)$$

$$F_{\max} = 0,58 * 220 = 127,6 \text{ кН}$$

Питомий опір сільськогосподарської машини при робочій швидкості руху визначається за такою формулою:

$$K_{V_H} = K_0 \cdot [1 + \Pi \cdot (v_p - v_0)], \text{ кН/м} \quad (3.27)$$

для відкриття смуги:

$$K_{vH1} = 1,2(1 + 0,03(12 - 5)) = 1,45 \text{ кН/м,}$$

для рихління:

$$K_{vH2} = 8(1 + 0,03(12 - 5)) = 9,7 \text{ кН/м,}$$

зворотне ущільнення:

$$K_{vH3} = 0,5(1 + 0,03(12 - 5)) = 0,6 \text{ кН/м,}$$

посів:

$$K_{vH4} = 2(1 + 0,03(12 - 5)) = 2,42 \text{ кН/м.}$$

Знаходимо максимальну ширину захвату нової конструкційної машини:

$$B_{\max} = \frac{113}{1,45+9,7+0,6+2,42+(3,2+2,9+2,1+4)*0,02+33(0,11+0,02)} = 6,52 \text{ м.}$$

Для багатоопераційного (комплексного) причіпного агрегату із зчіпкою тяговий опір визначається за формулою:

$$R_{\text{арп}} = (K_{V_1} n_{\phi_1} B_{K_1} + K_{V_2} n_{\phi_2} B_{K_2} + \dots + K_{V_n} n_{\phi_n} B_{K_n}) + (G_{M_1} n_{\phi_1} + G_{M_2} n_{\phi_2} + \dots + G_{M_n} n_{\phi_n}) \cdot \frac{i}{100} + G_{3\text{ч}} \cdot (f_{3\text{ч}} + \frac{i}{100}), \text{кН} \quad (3.28)$$

$$R_{\text{арп}} = (1,45 * 6,5 + 9,7 * 6,5 + 0,6 * 6,5 + 2,42 * 6,5) + (3,2 + 2,9 + 2,1 + 4) * 0,02 + 33(0,11 + 0,02) = 96,7 \text{ кН.}$$

Потужність, яку витрачає двигун трактора на роботу нового конструктивно зміненого агрегату знаходимо за формулою:

$$N_e = \frac{[R_{\text{арп}} + P_f + P_\alpha] \cdot v_p}{3.6 \cdot \eta_{\text{ТР}} \cdot \eta_\delta}, \text{кВт} \quad (3.29)$$

$$N_e = \frac{(96,7 + 0,09 + 0,02) \cdot 12}{3.6 * 0,96 * 0,88} = 382 \text{ кВт.}$$

Робочу швидкість руху агрегату визначаємо за такою формулою:

$$v_p = v_T \cdot (1 - \frac{\delta}{100}), \text{км/год} \quad (3.30)$$

$$v_p = 13,7 \left(1 - \frac{11,86}{100}\right) = 12 \text{ км/год.}$$

Тягові характеристики трактора за емпіричними залежностями мають:

-для колісних тракторів:

$$\delta_k = 12,5 \cdot \frac{R_{\text{арп}}}{F_{\text{max}}} + 100 \cdot \left[\frac{R_{\text{арп}}}{F_{\text{max}}} - 0,1\right]^6 + 2,75\% \quad (3.31)$$

$$\delta_k = 12,5 \frac{85,4}{127,6} + 100 \left(\frac{85,4}{127,6} - 0,1\right)^6 + 2,75\% = 11,86 \%$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля знаходимо за формулою:

$$\eta_B = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{ГАК}}} \quad (3.32)$$

$$\eta_B = \frac{96,7}{113} = 0.86$$

Порахуємо прямі експлуатаційні затрати для нової технології

$$S_{\text{ПММ}} = \sum_{i=1}^k \frac{B_i \cdot \alpha_i}{100 \cdot T_{pi} \cdot W_T} + g_{\text{Га}} \cdot C_{\text{ПММ}} + \sum_{i=1}^k \frac{B_i \cdot \alpha_i}{100 \cdot T_{pi} \cdot W_T} + \frac{(K_{\text{НК}} \cdot m_o \cdot f_o + m_d \cdot f_d) \cdot 1,38}{W}, \text{ грн} \quad (3.33)$$

$$S_{\text{ПММ}} = \sum_1^1 \frac{26650000 \cdot 5300000}{100 \cdot 600 \cdot 3,4} + 19,7 \cdot 50 + \sum_1^1 \frac{26650000 \cdot 5300000}{100 \cdot 600 \cdot 3,4} + \frac{(1,5 \cdot 1 \cdot 250) \cdot 1,38}{3,4} = 1510 \text{ грн.}$$

Визначаємо продуктивність за годину робочого часу:

Завантаження бочки відбувається за 6 хв.

Визначаємо час, що затрачається на переміщення від резервуара до загінки та навпаки при швидкості 20 км/год і відстані в 0,5 км, яку він долає за 2 хв.

Довжина гону становить 1,1 км.

Звідси:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot V_p \cdot v_p \cdot \tau, \text{ га/год} \quad (3.33)$$

$$W_{\text{год}} = 0.1 \cdot 6.4 \cdot 12 \cdot 0.53 = 4 \text{ га/год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}, \quad (3.34)$$

де  $T_p$  – час основної (чистої) роботи, год:

$$T_p = \tau_{\text{рух}} \cdot (T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{техн}} - T_{\text{ф}} - T_{\text{зав}}), \text{ год} \quad (3.35)$$

де  $\tau_{\text{рух}}$  – коефіцієнт використання часу руху агрегату, який враховує затрати часу на холості повороти і заїзди при роботі в загінках,

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо-заключний час, год,

$T_{\text{техн}}$  – час на технічне і технологічне обслуговування агрегату в загінці, год,

$T_{\text{ф}}$  – час на фізіологічні (особисті) потреби і відпочинок механізатора протягом зміни, год.:

$$T_p = 0,8 \cdot (12 - 0,5 - 0,5 - 0,5 - 2,5) = 6,4 \text{ год.}$$

$$\tau = \frac{6,4}{12} = 0,53.$$

Визначаємо спосіб руху машинно-тракторного агрегату:

Визначаємо радіус повороту:

$$r = V_p \cdot \rho, \text{ м} \quad (3.36)$$

$$r = 6,4 \cdot 1,7 = 10,2 \text{ м}$$

Коефіцієнт радіусу повороту при швидкості 8 км/год складає  $\rho = 1,7$ .

Визначаємо кінематичну довжину агрегату:

$$l_k = l_t + l_{\text{зч}} + l_m, \quad (3.37)$$

$$I_k = 3,3 + 12 + 9 + 2 = 26,3 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину виїзду:

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot I_k, \text{ м} \quad (3.38)$$

$$e = 0,61 \cdot 26,3 = 16 \text{ м.}$$

При безпетльовому повороті ширина поворотної смуги рівна:

$$E_p = 1,5r + e, \text{ м} \quad (3.39)$$

$$E_p = 1,5 \cdot 10,2 + 16 = 31,3 \text{ м.}$$

Визначаємо фактичну поворотну смугу:

$$E_\phi = n \cdot V_p \geq E_p, \text{ м} \quad (3.40)$$

$$E_\phi = 6,4 \cdot 5 = 32 \text{ м}$$

Визначаємо холостий хід:

$$L_x = 0,5 \cdot C + 2,5R + 2 \cdot e + S, \text{ м} \quad (3.41)$$

$$L_x = 0,5 \cdot 25,6 + 2,5 \cdot 10,2 + 2 \cdot 16 + 400 = 470,5 \text{ м.}$$

Відстань  $S$  від накопичувача до загінки складає 400 м.

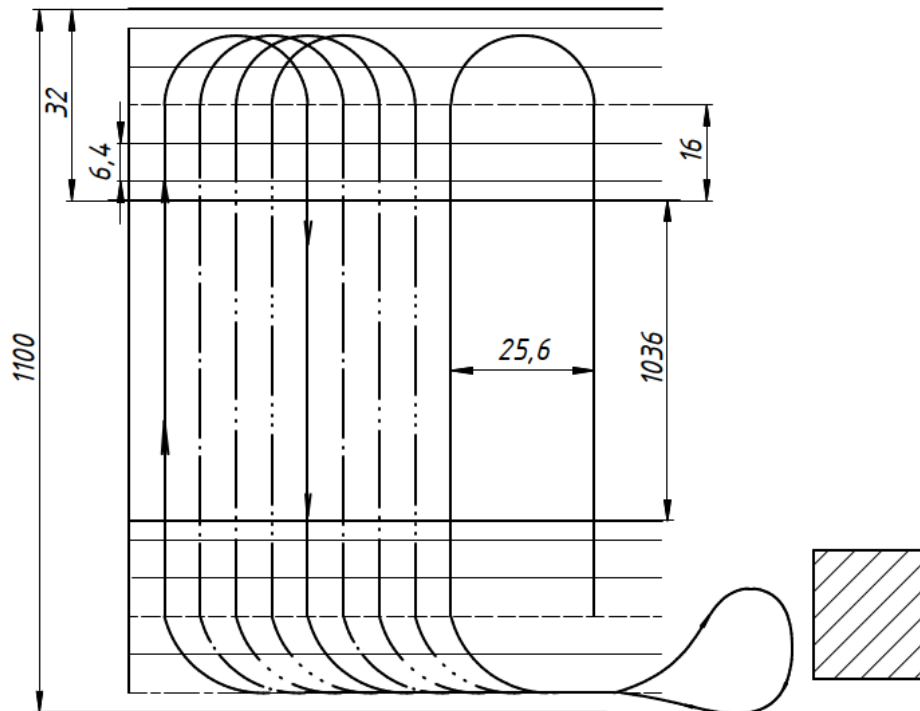


Рис.3.4 Схема робочої ділянки та способу руху машинно-тракторного агрегату

Проводимо розрахунки для визначення ефективності коефіцієнта робочих ходів:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x} \quad (3.42)$$

Визначаємо довжину робочого ходу:

$$S_p = \frac{L_p \cdot C}{B_p}, \text{ м} \quad (3.43)$$

$$S_p = \frac{1036 \cdot 25.6}{6.4} = 4144 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину холостого ходу:

$$S_x = \frac{L_x \cdot (C + 2 \cdot E_p)}{B_p} \quad (3.44)$$

$$S_x = \frac{470.5(25.6 + 2 \cdot 31.3)}{32} = 1297 \text{ м}$$

$$\varphi = \frac{4144}{4144 + 1297} = 0.8 \quad (3.45)$$

Коефіцієнт знаходиться в межах, при зниженні нижче 60% необхідно буде застосовувати допоміжний транспорт для заправлення органічними добривами.

Визначаємо витрату палива на одиницю роботи:

$$Q_{\Gamma} = \frac{N_{eH} \cdot g_e \cdot K_3}{W_{\text{год}}}, \text{ кг/га} \quad (3.46)$$

де  $g_e$  – питоме споживання палива двигуном  $g_e = 0,24 - 0,27$  кг/кВт·год.

$$Q_{\Gamma} = \frac{382 \cdot 0,24 \cdot 0,86}{4} = 19,7 \text{ кг/га}$$

Провівши розрахунки було визначено ключові показники технологічної операції комбінованого strip-till агрегату з одночасним внесенням гноївки та посівом озимого ріпаку.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Стан охорони праці в господарстві

Селянсько (фермерське) господарство «Верес» є юридичною особою в особі Склярова Олександра Олександровича. В господарстві дотримуються відповідності до нормативів щодо охорони праці, періодично посадові особи відвідують курси підвищення кваліфікації, здійснюється атестація робочих місць та проводиться періодичний контроль, про що оформлено і зберігаються в господарстві відповідні підтверджуючі документи.

### 4.2 Потенційні небезпеки при виконанні технологічних операцій

Враховуючи особливості запропонованої в конструкторській частині рішення при виконанні робіт необхідним є забезпечення безпеки, а саме:

- виконання робіт з добривами;
- транспортуванням і застосуванням пестицидів і мінеральних добрив.

Під час виконання робіт з добривами слід враховувати, що їх застосування дозволяє забезпечити врожайність агрокультури, але невірне з ними поводження може призвести до погіршення стану здоров'я особи а також появи екологічної небезпеки. Таким чином, необережність відіб'ється негативно для людей, світу рослин і тварин.

В Законі України «Про пестициди та агрохімікати» наведено чітке роз'яснення щодо вимог поводження з ними та правил їх утилізації. В решті нормативних актах зазначається чітка інформація про виконання робіт по транспортуванню, зберіганню і застосуванню

Для запобігання отруєнню даним видом добрив необхідно керуватися інструкціями по охороні праці, мати засоби захисту під час контакту, здійснювати без відхилення виконання технологічної операції з дотриманням норм за витратою та на безпечній відстані від житлових зон та водойм,

орієнтуватися перед початком виконання заходу на швидкість вітру і моніторити в процесі здійснення, в разі перевищення передбачено припинити його виконання. Слідкувати за термінами виконання і безпеності для збору врожаю, використання добрив у різновидах показує, що найліпшими виступають, ті, які випускаються у вигляді гранул.

При роботі з добривами особи повинні мати при собі посвідчення на допуск роботи. Для цього зазначена особа має бути допущена за показниками, як під час вступної так і періодичної медичної перевірки. До виконання робіт з добривами не можна долучати осіб за віком менше 18 років, вагітних та жінок під час лактації.

При роботі з добривами для осіб, які отримали медичне посвідчення передбачено інструктажі та навчання з охорони праці. Згідно до нормативних вимог виконання робіт на даній операції передбачає поділ за видами небезпеки. Якщо робота стосується 1 та 2 класу, а саме токсичних пестицидів, то тривалість її має не перевищувати 4 годин далі особа продовжує роботу виконувати іншу роботу протягом 2 годин не пов'язану з цими добривами. Якщо робота стосується 3 та 4 класу небезпеки з токсичними пестицидами, то особа здійснює її на протязі 6 годин.

Виконання робіт вручну на полях, що були оброблені пестицидами дозволяється на сьомий день, а механізовані заходи дозволено проводити через три дні.

Здійснення робіт з добривами і пестицидами має бути механізованим, обов'язково з наявними засобами індивідуального захисту та мати респіратори чи протигази. Має бути наявна інструкція з санітарії та щодо пестициду по його збереженню, транспортуванню і використанню.

Умови зберігання мінеральних добрив і пестицидів передбачають відокремлену будівлю. Їх місткості для зберігання передбачає сам виробник (каністра, бочка, барабан, скляний бутель, коробка та ін.). Кожна місткість має чітко означене маркування та інформацію про її зміст, а саме назву, зазначають відсоток діючої речовини, вказують групу пестициду, наводять масу і знаки

безпеки. Місткість має також містити інформацію щодо рекомендацій по застосуванню. Якщо в місткості знаходиться речовини, що виділяють отруту, то має бути наявний знак токсичності (череп).

При необережному поводженні необхідно відразу прибирати вилиті чи розсипані добрива або пестициди, для цього передбачено відповідно до вимог безпеки наявність вапна, соди в приміщеннях по їх збереженню.

Перевезення пестицидів і хімікатів виконується за наявності відповідальної особи. Транспортний засіб, який буде виконувати даний захід повинен бути технічно справний, ємність для транспортування має добре закриватися. Транспортування здійснюється індивідуально без комбінування з іншими видами.

Заборонено проведення транспортування, приготування, змішування і внесення добрив у ґрунт в темну пору доби. Ємності де зберігалось зазначений вид добрив необхідно утилізувати відповідно до вимог природного законодавства.

Технологічна операція по виконанню внесення добрив, передбачає, що техніка, якою буде проводитися захід, повинна бути у справному стані, містити бачок для миття рук оператора, мати налагоджені робочі органи за нормою витрат. Точність роботи робочих органів згідно до нормативних витрат рідини перевіряють на воді, в разі необхідно корегують. Корпус машини має містити написи, попереджаючи, що робота виконується з засобами індивідуального захисту.

Технологічну операцію з обробітку, який виконується вентилятором чи штанговим оприскувачем можна використовувати, якщо вітер не вище 4 м/с і відстань до населеного пункту становить більше 300 метрів.

Приготування розчинів відбувається на майданчиках, які мають тверде (асфальт, бетон) покриття і розміщені не ближче 500 від населених пунктів. Заправляння відбувається герметично однорідною сумішшю, яку пропускають через фільтр. Процес виконання обробітку передбачає повну герметизацію кабіни.

Ділянка, що потрапляє під дану технологічну операцію містить знаки попередження та безпеки на весь період дії карантину. Завчасне попередження про виконання заходу надається власникам пасік, що перебувають поблизу ділянки, щоб ті мали змогу перемістити вулики більше 5 км від зони виконання роботи. Після дотримання карантинних термінів повернення вуликів на місце можливе від одного до семи днів. Худобу можна випасати поблизу такої ділянки за 25 діб.

Виконання обробітку з використанням авіатехніки виконують у важкодоступних місцях для наземного транспорту. При цьому слід орієнтуватися на вітер з показником швидкості до 4 м/с, а житлова зона перебувала за 2 км. Якщо дані вимоги не дотримані, то даний вид обробітку не виконують.

#### 4.3 Заходи безпеки для машинно-тракторного агрегату, яка проводить обробіток ґрунту

Сільськогосподарські машини та агрегати які виконують обробіток ґрунту, повинні відповідати загальним вимогам безпеки згідно Наказу Міністерства соціальної політики України від 29 серпня 2018 р. № 1240 «Про визначення Правил охорони праці у сільськогосподарському господарстві» [17]. Використання несправної техніки не припустиме. Всі рухомі елементи такі як карданна передача, вентилятори повинні бути обладнані захисним кожухом. Трактор повинен обладнаний системою заборони запуску двигуна на встановленій передачі та датчиком контролю оператора. Механізатор зобов'язується проводити щоденне технічне обслуговування [18].

Для початку роботи з новим агрегатом потрібно ознайомитися з інструкцією з експлуатації та техніки безпеки. Перед початком роботи проводиться перевірка робочих органів на стан зносу та інших кріпильних та з'єднувальних елементів. Регулювання та технічне обслуговування машини

проводять після повної зупинки машино тракторного агрегату та встановлення стоянкового гальма [17].

Причіплювання та від'єднання агрегату є потенційно небезпечною операцією. Тому перед початком цих робіт необхідно вимкнути двигун та встановити стоянкове гальмо. Під час причіплювання та від'єднання слід стояти в стороні від рухомих елементів, таких як трьох точкова зчїпка, «зоні можливого защемлення». Після виконання робіт перевірити надійність з'єднання всіх елементів та гідравлічних шлангів.

Транспортування та рух машино тракторного агрегату дорогами загального користування здійснюється з дотриманням встановлених правил щодо габаритів та ваги. У випадку перевезення великогабаритної техніки може знадобитися супровід спеціального автомобіля та встановлення попереджувальних знаків. Необхідно переконатися у справності світлових приладів та світловідбивачів. Причіпне обладнання повинно бути зафіксоване страховою ціпцю для уникнення його відчеплення під час транспортування.

#### 4.4 Заходи безпеки при експлуатації конструкторського рішення

Застосування конструкторського рішення запропонованого в третьому розділі дозволяє на основі нормативних документів сформулювати ефективні заходи щодо захисту людини та навколишнього середовища під час транспортування, зберігання та застосування пестицидів.

Зберігаються добрива та пестициди залежно від виду місткості та її розмірів згідно вибраного способу складування. Перепакування виконують у приміщеннях, що має примусову вентиляцію. Склад з добривом та пестицидами повинен відповідати вимогам пожежної безпеки і містити інформаційні знаки безпеки згідно з ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки» [16]. Працівники знаходяться всередині такого складу лише для виконання робіт пов'язаних з добривами чи пестицидами. Їм заборонено всередині складу здійснювати процес харчування,

бути без засобів індивідуального захисту та залучати осіб без необхідного дозволу. Територія таких складів, має містити план-схеми де вказують розміщення інструментів пожежогасіння та індивідуального захисту людей.

Приготування розчинів має відбуватися механізованим чином. Якщо захід здійснюється в польових умовах то треба:

- заправні машини розміщати зі сторони де навітряно відносно ділянки обробітку;
- до складу заправних машин мають входити і піддони, що переміщуються, це дозволить виконати процедуру з сухими добривами (мінеральні);
- під'їзд машинно-тракторних агрегатів, що здійснюють процес посіву має відбуватися також з навітряної сторони ділянки;
- всі робітники, які задіяні на заході мають бути в засобах індивідуального захисту.

В агрегаті, який наповнюють обов'язково має бути в робочому стані елемент керування – робочий показчик рівня рідини для уникнення переливу. Якщо використовують обпилювачі, то їх наповнення виконується за вимкненого валу відбору потужності.

При транспортуванні необхідно, щоб перевезення здійснювалося безпечним методом і відокремлено по видам вантажу, не допускаючи розгерметизування упаковки. Пилоподібні мінеральні добрива транспортують спеціалізованим транспортом в якому передбачена можливість вивантаження. За конструкційними показниками транспортна ємність, враховуючи специфічність вантажу, не має містити щілин та мати можливість накриття.

Манометри, які застосовують для обприскувачів мають пройти перевірку.

Техніка, якою виконувалася операція по транспортуванню повинна пройти процедуру очищення від решток і змита гарячою водою. Захід виконується на майданчиках, що є спеціально облаштовані для даної процедури.

При виконанні польових робіт на агрегатах і при використанні пестицидів чи гібридів шлях їх транспортування має бути герметизований у трубопроводі,

важливим аспектом є відсутність поруч на інших ділянках осіб, які виконують там відповідну роботу і також треба витримати строки з карантину на обробленій ділянці після зазначеного заходу.

Процедуру бажано розпочинати в ранковий або вечірній час доби, при високій температурі навколишнього середовища, орієнтуючись на показники вітру а за відсутності сонця процес має відбуватися лише у світлий період дня. Якщо та сама операція виконується кількома машинно-тракторними агрегатами, то необхідно дотримуватися відстані між ними більше 50 метрів. При цьому виконавці даної операції повинні працювати в кабінах, що є герметично закритими.

У разі припинення роботи форсунок їх чищення виконують після того, як вимкнеться тиск у системі подачі.

## 5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

### 5.1 Розрахунок вартості вдосконалення

Розраховуємо вартість використаних матеріалів та виконаних робіт:

Труба прогумована для основного трубопроводу - Рукав КЦ-2-125-10

- необхідно 9 м, ціна погонного метра складає 1667 грн загалом необхідно 15003 грн.

Труба прогумована для відводів Рукав Ø 38x48,5-1

- необхідно 64 м, ціна погонного метра складає 340грн загалом необхідно 21760 грн.

Труба нержавіюча для наконечників Ø 40 мм товщина стінки 1.5 мм,

- вартість погонного метра рівна 278 грн необхідно 8,4 м ціна загальна сума складає 2335 грн.

Лист сталі для опори під колектор 10 мм

- ціна 3522 грн за м<sup>2</sup>, необхідно 3м<sup>2</sup> вартість загалом рівна 10560 грн.

Труба профільна 100/100/5 для підставки труби прогумованої основного трубопроводу передбачає:

- необхідності 2,4 м вартістю за погонний метр 682 грн дорівнює 1637 грн.

Вартість хомутів, стандартних кріпильних виробів (метиз) та розхідних матеріалів (відрізні, зачисні диски, електроди та засоби індивідуального захисту)

- склала загалом 7850 грн.

Заробітна плата працівникам за виконання робіт

- в загальному склала 25000 грн.

Сума загальних витрат на удосконалення за всі матеріали включаючи роботи склала 84145 грн.

Вдосконалення для внесення системи рідких органічних добрим монтувалися без втручання в конструкцію агрегату використовуючи лише

отвори від заводських кріплень та елементів з заміною металовиробів на більш довгі.

## 5.2 Розрахунок витрат матеріалів на діючу речовину

Проведемо розрахунок для діючої речовини (ДР) в гноївці при нормі внесення 20 т. В попередньому підрозділі 2.4 нами було наведено співвідношення вмісту діючої речовини до загального об'єму, тому у вартісному співвідношенні ми її не враховуємо. Звідси, витратні матеріали складають:

$$\text{Азот (N): } 20000 * 0,004 = 80, \text{ кг}$$

$$\text{Фосфор (P2O5) } 20000 * 0,002 = 40, \text{ кг}$$

$$\text{Калій (K2O) } 20000 * 0,0035 = 70, \text{ кг}$$

Виходячи з даних показників маємо результати за вмістом діючої речовини (табл. 5.1)

Таблиця 5.1

### Вміст діючої речовини в застосованих добривах

Діюча речовина	Теоретичний вміст у гноївці (кг)	Аміачна селітра	Суперфосфат	Калій хлористий	Нітрофоска
Азот (N)	80	232,6	-	-	500
Фосфор (P2O5)	40	-	222	-	250
Калій (K2O)	70	-	-	116,6	437,5

Отримавши дані результати можемо прийти до висновку що 20 т гноївки повністю замінюють всі депозитні та стартові елементи живлення в базовій технології. Тому похибку на різну кількість діючої речовини в добривах не враховуємо. Однак, є необхідність зазначити, що гноївка містить більше

активних елементів, що швидше засвоюються рослинами та її внесення покращує стан ґрунту.

При цьому весняне підживлення залишається однакове для базової та удосконаленої технології.

### 5.3 Теоретичне обґрунтування при впровадженні технологічного рішення

Для об'єктивної оцінки були проведені теоретичні дослідження з конфігураціями машинно-тракторних агрегатів в чотирьох виконаннях три з яких використано в якості контролю для оцінки зі спроектованим нами удосконаленим агрегатом при застосуванні гібридів Української селекції компанії ВНІС, а саме «ТОРУС» та «ПАРКЕР» за такими схемами:

- 1 - Контроль: по класичній технології;
- 2 - Контроль +: з внесенням рідкої гноївки великої рогатої худоби;
- 3 - Контроль Strip-Till: з мінеральними добривами;
- 4 - Strip-Till +: з внесенням рідкої гноївки великої рогатої худоби (спроектовано).

Посів озимого ріпаку за вибраними схемами проводився в оптимальні строки на протязі одного дня.

На основі узагальнення гіпотетичних досліджень отриманих в попередніх розділах нами теоретично визначено для чистоти експерименту можливості проведення польових дослідів на прикладі одного поля, що має рівномірну структуру. Вивчаючи можливості щодо достовірності теоретичного обґрунтування, виконано обчислення в двох повторах на площі 5 гектар для кожної наведеної схеми. Отримані результати за урожайністю по двох гібридах на площі показано на рис. 5.1, а дані підрахунків вказано в табл. 5.2.

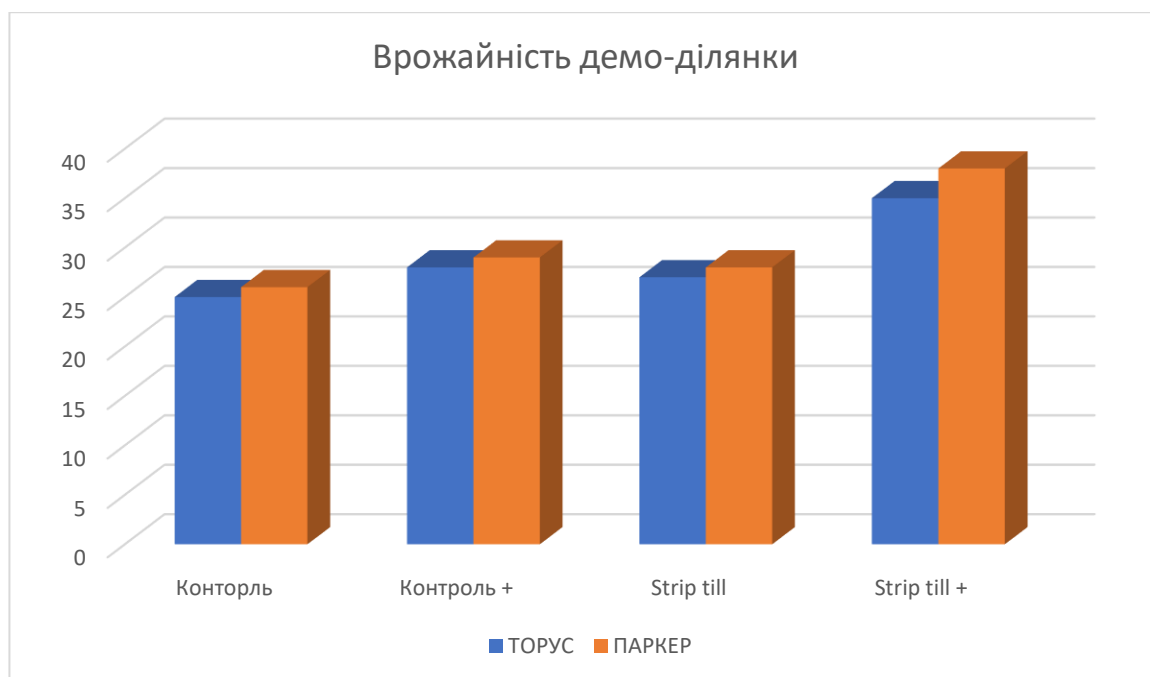


Рис 5.1 Графік врожайності в залежності системи живлення

Таблиця 5.2

Теоретична врожайність з ділянки, ц/га

Схема	ТОРУС	ПАРКЕР
Контроль	25	26
Контроль +	28	29
Strip Till	27	28
Strip Till + (проект)	35	38

Проаналізувавши результати таблиці 5.2 бачимо, що при зміні мінеральних добрив на органічні при класичній технології Контроль та Контроль + маємо підвищення врожайності на 3 ц/га, що становить зростання на 12%.

При розгляді змін між схемою Контроль Strip till за сталої норми добрив додаткова врожайність склала 2 ц/га, що становить 8%.

При порівнянні схем Strip Till та Strip Till + (проект), що передбачає заміну добрив Strip Till + (проект) показала зріст додаткової врожайності 10 ц/га, що

рівна 30%. А порівнюючи з схемою Контроль, яка застосовує мінеральні добрива приріст врожайності складає до 40%.

В загальному технологія Strip Till має певну кількість операцій, які є комбінованими в порівнянні з базовою технологією (Контроль). Провівши порівняння схем за економічними витратами для кожної схеми результати обрахунків наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

## Порівняння економічної ефективності за схемами

Схема	Середня врожайність, ц/га	Вартість продукції, грн	Прямі економічні затрати, грн	Чистий прибуток, грн
Контроль	25,5	51700	5160	46540
Контроль +	28,5	57800	5100	52700
Strip Till	27,5	55800	4720	51080
Strip Till + (проект)	36	73100	4760	68340

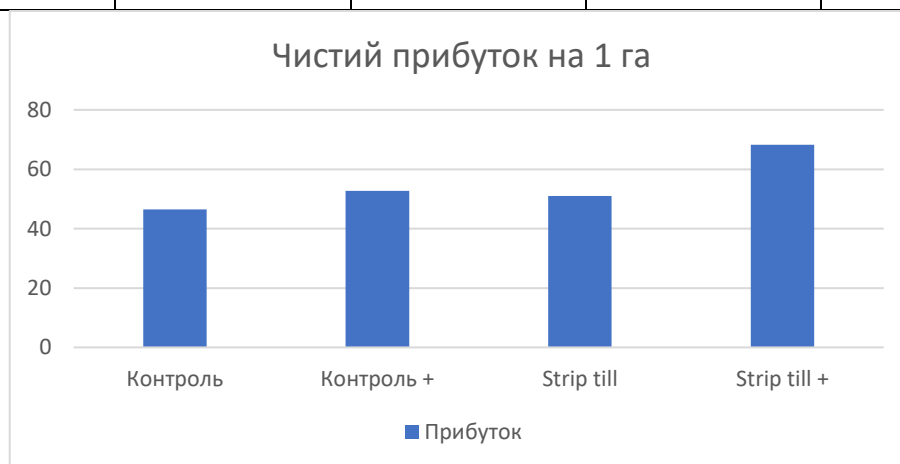


Рис. 5.2 Графік порівняння прибутку для кожної схеми

Проаналізувавши результати проведених теоретичних розрахунків з'ясували - найбільшу врожайність буде отримано за схемою Strip Till + (проект), що містить елемент одночасного внесення рідкої гноївки великої худоби та посів озимого ріпаку. Визначена середня врожайність є на рівні 36 ц/га, що на 40% більше за схему Контроль. Важливу роль відіграє для схем - кількість опадів. В

розрахунках прийнято для умов нашого господарства їх значення 460 мм за рік, що є нижче середньої річної норми в 510 мм.

Підрахувавши вартість вдосконалення та чистого прибутку встановлено, що термін окупності відбудеться на протязі року в умовах господарства.

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті було досліджено тему вдосконалення технології вирощування озимого ріпаку. Досліджувалася технологія Strip-till та альтернативне біологічне добриво – рідка гноївка великої рогатої худоби в умовах сільського (фермерського) господарства «Верес» на базі його виробничих потужностей.

За аналізом можливостей одночасного посіву та внесення рідких добрив визначено, що перспективною є вибрана тема через суттєве дорожчання мінеральних добрив та зменшення кількості опадів щороку.

Теоретично встановлено, що озимий ріпак є цікавою культурою, так як має великий попит у промисловців і посідає чільне місце у сівозміні. Він дозволяє диверсифікувати виробництво збільшуючи частку посіву його площ за рахунок зменшення площ соняшнику. Озимий ріпак має значно більше переваг в порівнянні з соняшником, в графіках завантаження на вирощування присутнє більш рівномірне завантаження сільськогосподарської техніки, та він є кращим попередником для наступної культури.

За результатами досліджень обґрунтовано вдосконалення комплексного агрегату Strip-Till, який надав можливість вносити альтернативні добрива, а саме рідку гноївку великої рогатої худоби. Конструктивні зміни полягали в встановленні трубопроводу та системи розподілення рідкої органіки з внесенням її на глибину 7-15 см в підкореневу зону рослини, що покращує розвиток останньої та дозволяє витримати несприятливі умови.

Встановлено, що схема машинно-тракторного агрегату містить у своєму складі трактор Fendt 1050 vario, бочка для органічних добрив Joskin x-trem2 30000DX та Strip-Till сівалка Czajkowski ST 6 за теоретичними розрахунками визначено, що завантаження трактора є на рівні 86% при 12 км/год та ширині захвату 6,5 м.

Порівняння технологічних схем застосування дозволило виявити переваги запропонованого технологічного рішення показав його переваги щодо середньої

врожайності на рівні 36 ц/га, що доводить приріст врожайності на 40% при умові нестачі опадів

Економічна ефективність від застосування доводить, що окупність наведено технологічного рішення відбудеться на протязі одного року, чистий прибуток від врожаю складає – 68340 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів, 2022. 806 с.
2. Кобелев М.О., Федорчук М.І. Вплив технології вирощування на продуктивність гібридів ріпаку озимого в умовах зрошення Півдня України // Інноваційно-інвестиційний розвиток аграрної сфери – запорука продовольчої безпеки країни : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26 травня 2022 р., м. Миколаїв / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 47-48.
3. Areas, gross harvests and yields of agricultural crops by their species in Latvia. (2020). Retrieved from [https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP\\_PUB/START\\_NOZ\\_LA\\_LAG/LAG020](https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAG/LAG020)
4. Shahini, E., Skuraj, E., Sallaku, F., & Shahini, Sh. (2022). Smart fertilizers as a solution for the biodiversity and food security during the war in Ukraine. *Scientific Horizons*, 25(6), 129- 137.
5. Matsera, O.O. (2020). Influence of elements of growing technology on plant development, yield and quality of winter rapeseed. *Danish Scientific Journal*, 36(2), 7-15.
6. Koszel, M., Parafiniuk, S., Szparaga, A., Bochniak, A., Kocira, S., Atanasov, A., & Kovalyshyn, S. (2020). Impact of digestate application as a fertilizer on the yield and quality of winter rape seed. *Agronomy*, 10(6), 878-896. doi:10.3390/agronomy10060878.
7. Shkarivska, L.I., Davidyuk, G.V., Klymenko, I.I., Dovbash, N.I. (2021). Peculiarities of the use of digestates in organic farming. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection “Agriculture”*, 2(97), 3-14.
8. Кислотно-лужний Рукав КЩ-2-125-10 (шланг) гумовий напірно-всмоктуючий. ТОВ «Гуматех» сертифікований український виробник

гумотехнічних виробів - промислові рукава, шланги і тех.пластини. URL: <https://gumatech.com.ua/rukav-shlanh-kyslotnoluzhnyi-kshch-2-125-10-host-5398-76-napirno-vsmoktuiuchy/>

9. Рукав для палива, води, кислот і лугів Ø 38x48,5-1 (шланг) напірний гумовий. ТОВ «Гуматех» сертифікований український виробник гумотехнічних виробів - промислові рукава, шланги і тех.пластини. URL: <https://gumatech.com.ua/rukav-38kh485-1/>

10. Труба нерж. 40 мм 1.5 мм, 304/304L/1.4301/1.4307, EN 10296-2 , 6 м ціна за метр, купити - АВ метал груп. avmg.ua. URL: <https://avmg.ua/nerzhaviyuchiy-metaloprokat/truba-nerzhaviyucha/truba-nerzhaviyucha-elektrozvarna-krugla/truba-nerzh-40-mm-1-5-mm-304-304l-1-4301-1-4307-en-10296-2-6-m/> (дата звернення: 14.05.2025).

11. Труба профільная 100x100 в Києві купити в КТ-Сталь • Ціна профтруби 100 на 100 | КТ-СТАЛЬ. КТ-СТАЛЬ | Продажа металлопроката по всей Україні. URL: <https://kt-stal.com.ua/ru/catalog/truba-kruglaya-vgp-2/pryamoygolnue-profilnue-trubu/truba-profilnaya-100100>.

12. ХОМУТ СИЛОВИЙ 122-130 мм. Інтернет-магазин Шланг і штуцер. URL: <https://shlang.in.ua/khomut-z-sharnirnym-boltom-122-130-mm/?g>

13. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=83263](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83263).

14. Ефективне застосування рідких органічних добрив - ВКФ «Агротех Консалт» <https://agrotex.info/statti/efektivne-zastosuvannya-ridkih-organichnih-dobriv.html>

15. Відродження органіки: свинячий гній - АГ-БАГ-УКРАЇНА, дата последнего обращения: мая 11, 2025, <https://ag-bag.ua/advice/vidrozhennja-organiki-svinjachij-gnij>

16. Безпека праці в сільському господарстві

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18>

17. Техніка безпеки при роботі на сільськогосподарських машинах  
[https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34924/1/tezy\\_molod\\_i\\_sg\\_2019-206.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34924/1/tezy_molod_i_sg_2019-206.pdf)

18. Експлуатація сільськогосподарської техніки: вимоги безпеки  
<https://oppb.com.ua/news/ekspluataciya-silskogospodarskoyi-tehniky-vymogy-bezpeky>

19. Review of current knowledge on strip-till cultivation and possibilities of its popularization in Poland,  
<https://pja.iung.pl/index.php/archpja/article/view/157/119>

20. Laumetris, <https://striptilldrill.com/rapeseed.html>

21. 30917030 – Селянське (фермерське) господарство Верес. Оpendатабот – відкриті дані про компанії, ФОП, суди та нерухомість України. URL: <https://opendatabot.ua/c/30917030/>

22. MZURI PRO-TIL 3T. Mzuri World | Siewniki i Agregaty Do Uprawy Pasowej, Głębosze. URL: <https://mzuriworld.com/produkty/pro-til/mzuri-pro-til-3t/>

23. Ріпак озимий: готуємо культуру до перезимівлі | Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/ripak-ozymyy-hotuyemo-kulturu-do-perezymivli.>

24. Витрати основних елементів живлення на формування врожаю ріпаку озимого І.О. Біднина О.А. Шкода Наука в Південному регіоні України: здобутки та перспективи розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю Південного наукового центру НАН України і МОН України, м. Одеса, 16 квітня 2021 року с. 133-134.

25. Галкін Є.В., Манушкіна Т.М. Особливості вирощування ріпаку озимого за технологією NO TILL Перлини степового краю : матеріали

Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Миколаїв, 21-22 листопада 2024 р. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 35-36.

## ДОДАТКИ