

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу підготовки до внесення органічних добрив з розробкою подрібнюючого апарата»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм- 21 спеціальності 208 Агроінженерія за освітньо-професійною програмою ~~«Агроінженерія»~~

Корольчук Ю.Ю.

Керівник Тарасюк В.В.  
(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Хомич С.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Зай В.А.  
(прізвище та ініціали)

Луцьк 2024

**ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Освітній ступінь	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії  
ім. проф. Г.А.Хайліса

доцент, к.т.н.

— С.М. Хомич

«30» грудня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ**

Корольчуку Юрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи	Дослідження процесу підготовки до внесення органічних добрив з розробкою подрібнюючого апарата
керівник роботи	Тарасюк Віктор Васильович, доцент, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЛНТУ від «30» грудня 2023 р. № 445/01-02

2. Термін здачі студентом роботи 20 грудня 2023р
3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали селідової сировини: підстишковий ґрунт, торф, вершковий настил;  
2. Продуктивність до 60т/год. 3. Діаметр шнека  
координатора до 1, 2м. 4 Висота заловної шнека до 4м.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки

## 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

к-сть листів

1. Вихідні дані .....	1 лист
2. Теоретичні положення .....	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	17.06. – 01.07.2024 р.	Виконано
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	20.08 – 31.08.2024 р.	Виконано
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2024 р.	Виконано
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	Виконано
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	Виконано
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2024 р.	Виконано
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2024 р.	Виконано
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2024 р.	Виконано
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2024 р.	Виконано
10	Нормоконтроль	до 04.12.2024 р.	Виконано
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	04.12.– 14.12.2024 р.	Виконано

Студент

Корольчук Ю.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Тарасюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Корольчук Ю.Ю. Тема роботи: Дослідження процесу підготовки до внесення органічних добрив з розробкою подрібнюючого апарата. Рукопис

Кваліфікаційна магістерська робота за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія». Луцький національний технічний університет, Луцьк, 2024.

*Структура і обсяг кваліфікаційної роботи.* Кваліфікаційна робота магістра складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку джерел посилань, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи бакалавра, представленої в методичних рекомендаціях, затверджених кафедрою аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса). Загальний обсяг роботи складає 63 сторінки, включає 14 рисунків, 8 таблиць, список джерел посилань з 26 назв та 1 додатку.

Робота направлена на дослідження процесу виробництва органічних добрив та розробку машини для подріднення готової суміші перед внесенням та вдосконаленням механізму для подріднення органічної маси з буртів чи рукавів.

В кваліфікаційній магістерській роботі проводились обґрунтування технології закладання добрив, робіт під час інтенсивного утворення та підготовки їх до внесення, зроблено огляд засобів та пристосувань на протязі всього періоду утворення ( від закладання їх в бурти чи рукави до внесення їх в ґрунт), обґрунтування схеми та визначення необхідних параметрів пристрою для подріднення органічного пласта. Лабораторно було визначено початкову вологість пласта, твердість частинок при втраті вологості та проведені експериментальні дослідження методом математичного планування експерименту..

*Ключові слова:* торф підстилковий гній, ґрунт, подріднювач шнекового типу, стрічковий транспортер, вологість, технологія, дослідження, експеримент, твердість.

## ABSTRACT

Korolchuk Y.Yu. Topic of work: Study of the process of preparation for the application of organic fertilizers with the development of a grinding device. Manuscript Qualification master's thesis under the educational and professional program "Agroengineering" specialty 208 "Agroengineering". Lutsk National Technical University, Lutsk, 2024.

Structure and scope of the qualification work. The master's qualification work consists of an abstract, introduction, four sections, general conclusions, a list of reference sources, appendices (according to the structure of the bachelor's qualification work, presented in the methodological recommendations approved by the Department of Agricultural Engineering named after Professor G.A. Khailis). The total volume of the work is 63 pages, includes 14 figures, 8 tables, a list of reference sources with 26 titles and 1 appendix.

The work is aimed at studying the process of organic fertilizer production and developing a machine for pulverizing the finished mixture before application and improving the mechanism for grinding organic mass from collars or sleeves.

In the qualification master's thesis, the technology of laying fertilizers, work during intensive formation and preparation for application were substantiated, a review of tools and devices was made throughout the formation period (from laying them in collars or sleeves to applying them to the soil), the scheme was substantiated and the necessary parameters of the device for grinding the organic layer were determined. The initial moisture content of the layer, the hardness of particles upon moisture loss were determined in the laboratory, and experimental studies were conducted using the method of mathematical planning of the experiment.

Keywords: peat, litter, manure, soil, screw-type grinder, belt conveyor, humidity, technology, research, experiment, hardness.

## ЗМІСТ

Анотація.....	.....
Abstract.....	.....
Зміст .....	.....
Перелік термінів.....	.....
Вступ.....	.....
<b>1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ФОРМУВАННЯ</b>	
<b>ВИХІДНИХ ДАНИХ.....</b>	<b>.....</b>
1.1 Потреби та дози внесення при використанні органічних добрив.....	.....
1.2. Аналіз доцільності використання органічних добрив .....	.....
1.3. Аналіз технологічного процесу і способів приготування органічного добрива з використанням мобільних засобів .....	.....
1.4 Аналіз альтернативних можливостей регіонів України з виробництва компостів.....	.....
1.5 Аналіз механізованої техніки для приготування органічного добрива...	.....
1.6. Класифікація засобів при приготуванні органічних добрив.....	.....
<b>Висновки до розділу 1.....</b>	<b>.....</b>
<b>2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ</b>	
<b>КОМПОСТІВ З ОРГАНІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ І ТЕОРЕТИЧНІ</b>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ДЛЯ</b>	
<b>ЗМІШУВАННЯ ТА ПОДРІБНЕННЯ ОРГАНІЧНИХ</b>	
<b>ДОБРИВ.....</b>	<b>.....</b>
2.1 Обґрунтування технології виробництва органічних добрив....	.....
2.2. Конструктивні параметри подрібнювача компостів навантажувача-змішувача .....	.....
2.3 Визначення оптимальних параметрів шнекового подрібнювача.....	.....
2.4 . Енергетичний розрахунок .....	.....
<b>Висновки до розділу 2 .....</b>	<b>.....</b>
<b>3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ</b>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....</b>	<b>.....</b>

3.1 Програма експериментальних досліджень.....	
3.2 Прилади, обладнання та апаратура для проведення експериментальних досліджень.....	
3.3 Методика визначення вологості отриманих органічних добрив .....	
3.4 Методика визначення твердості частинок ґрунту.....	
<b>Висновки до розділу 3.....</b>	
<b>4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВА.....</b>	
4.1 Методика і результати експериментальних досліджень з використанням методу математичного планування .....	
<b>Висновки до розділу 4.....</b>	
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....</b>	
<b>ДОДАТКИ.....</b>	

## ВСТУП

В основному постачальниками поживних речовин всім без винятку вирощуваним культурам є хімічні добрива. Прикладом ефективного екологічно безпечного та замкнутого агропромислового виробництва є господарства зі замкнутим циклом руху біомаси та енергії - біоконверсні комплекси. Головні складові таких господарств є рослинництво, тваринництво та енергетика які перебувають у тісному зв'язку та збалансовані між собою. Сьогодні велике значення має виробництво та використання мікробіологічних препаратів для сільського господарства.

Основою є бактерії, що здатні збагачувати ґрунти легкодоступними для рослин (азотом та фосфором), збільшувати ефективність застосування кормів, підвищувати ефективність отримання альтернативного палива (біогазу). За даними Держкомстату України, в останні 10 років мінеральні добрива внесено в межах 60–70 % а органічні тільки 5–7 %. На основі аналізу та реалізації в ІТТФ НАН України розробляються програми більш широкого використання органічних, органо-мінеральних та мікробіологічного добрив та може досягати мільйонів тон в рік. на основі їх впроваджуються нові технології виробництва даного виду добрив.

Одержання хороших врожаїв о основному залежить від родючості ґрунту. Зниження вмісту гумусу в ґрунтовому шарі падає на 0,2 т/га. А це в свою чергу може привести до виродження ґрунту і довготривалого відновлення як наслідку, тому виробництво та внесення даного виду добрив необхідне для збереження родючості ґрунті в та отримання гарних врожаїв.

Тенденції з використанням мінеральних добрив вказують на популяризацію цих добрив. В 2014 році внесено до 180 млн. тон. Лідерами з використання таких добрив є Німеччина, Китай, Великобританія, В'єтнам, де вони становили на один гектар полів 285 - 230 кг діючої речовини. В гонитві за високими врожаями є і Україна.

Так агрохолдінгові компанії щиро вносять мінеральні добрива в українські чорноземи. Їх в основному вносять методом розкидання по полі при оранці чи весною під ранньовесняну культивуацію. Ефект від використання добрив внесеного даним методом є надзвичайно низьким, тому, що при зароблянні добрив на глибину 9-20 см, що робить добрива малодоступними при початковій стадії росту. Заробка добрив може відбуватись з допомогою культиваторів чи дискових борін тоді в 50-90% випадках вони знаходяться на глибині в 3-х сантиметровому шарі, що швидко пересихає. І ефективність внесених добрив помітно зменшується.

Тому, збільшення норми внесення добрив, призведе до втрати в природніх родючих ґрунтах гумусу, збільшення кількості якого вимагатиме внесення органічних видів добрив ( підстилковий гній, солома, компости або органо-мінеральні добрива). Всі існуючі технічні засоби вносять їх пополі поверхнево з послідуною заробкою при оранці, культивації чи дискуванні. Різке падіння поголів'я худоби та ряд інших причин, роблять ефективним застосування органіки при локальному способі при посіві чи посадці сільськогосподарських культур. що дасть змогу використати їх більш ефективно.

Для росту та розвитку необхідно вносити живильні речовини в вигляді доступних до засвоєння різних сполук фосфору, кальцію, калію, азоту, магнію, заліза та ін. Найбільше таких сполук знаходиться в органічному добриві. При недостатньому та несвоєчасному заробленні даного виду добрив вони втрачаються. Проте ефективність використання рослинами даного виду добрив оцінюють нормою внесення в межах від 40 до 60 т/га. Найбільш поширені органічні добрива в господарствах є у вигляді підстилкового гною чи спеціально підготовлених компостів на основі екстрементів. Зниження поголів'я худоби та галузі тваринництва в цілому вимагає пошуку нових джерел органічних добрив, таких як сапропель, річковий мул, торф, відходи від харчової галузі тощо. так і через впровадження нових технологій виробництва добрив і технологій внесення даного виду добрив. Це може бути локальне внесення добрив, які попередньо підготовлені подрібненням та сепарацією.

Тому запропонована тема магістерської роботи є досить актуальною.

Тема затверджена на засіданні кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А.Хайліса.

**Мета роботи та завдання досліджень.** Проаналізувати існуючі технології виробництва, підготовки органічних добрив до внесення та безпосереднє внесення їх в ґрунт, Запропонувати технологію виробництва даного виду добрив та засіб для подрібнення добрив закладених в рукави.

Завдання досліджень: зробити огляд технологій для виробництва органічних добрив; вивчити структуру даних добрив; провести огляд технічних засобів для закладання та підготовки до внесення органічних добрив; запропонувати конструкцію машини для подрібнення органічних добрив; визначити основні конструктивні машини та розроблюваного вузла; зробити лабораторні дослідження властивостей органічних добрив, які впливають на роботу машин; провести експериментальну перевірку даного методу підготовки добрив до внесення.

**Об'єкт дослідження.** Механізм для подрібнення органічних добрив, органічні та органо-мінеральні добрива отримані при змішуванні.

**Предмет дослідження.** Процес подрібнення органічних добрив отриманих закладанням в бурти чи рукави.

**Методи дослідження.** Дослідження властивостей органічних добрив проводимо в лабораторії кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса ЛНТУ за загальновідомими та розробленими методиками Якість подрібнення добрив перевіряли на вплив якісних та кількісних характеристик з підготовки до внесення органічних добрив.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропоновано новий засіб для подрібнення добрив з буртів чи рулонів.

**Апробація роботи.** Основні положення досліджень представлялись на наукових семінарах кафедри аграрної інженерії імені професора Г.А.Хайліса ЛНТУ (2024 р.), на студентській конференції факультету аграрних технологій та екології ЛНТУ (2024 р.).

# 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

## 1.1. Потреби та дози внесення при використанні органічних добрив

Компенсація втрат гумусу в ґрунті через надмірне внесення мінеральних добрив (на дерново-підзолистих ґрунтах до 0,34 т/га, на сірих опідзолених ґрунтах до 0,53 т/га) і створення позитивного його балансу від 0,18 до 0,22 т/га маємо вносити на гектар поля від 40 до 60 тон попередньо підготовлених органічних добрив. зменшення норм внесення органіки можливо при застосуванні їх при локальному внесення безпосередньо в рядки. При зменшеній кількості норми баланс використання гумусу від'ємний, втрати до 0,1т/га щороку.

Тривалими Дослідженнями на протязі (28 років) при зерно-льоно-картопляній сівозміні на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах виявлено ефект від застосування при вирощуванні сільськогосподарських культур гною та мінеральної частини, в порівнянні із роздільним їх використанням, При постійному такому використанні постійно зростає при тривалому поєднанні такого процесу і збільшення врожайності становить від 2,1 до 5,7 ц/га з.од. вирощеної продукції щороку (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 -. Ефект від одночасного використання гною та мінеральних добрив

Культури	Основна продукція	Ефект від поєднання гною та мінеральних добрив в порівнянні із сумарним приростом при роздільному їх застосуванні, ц/га			
		ротації сівозміни			
		I	II	III	IV
Картопля	бульби	10,0	1,0	24,0	43,0
Озима пшениця	зерно	4,1	2,9	4,1	6,8
Льон	волокно	0,8	1,2	1,4	1,5
Кукурудза	зелена маса	25,0	48,0	13,0	7,0
Ячмінь	зерно	-0,9	1,7	3,6	3,5
Багаторічні трави	сіно	-	6,9	4,4	11,3
Озиме жито	зерно	1,4	4,0	3,7	4,6
В середньому за сівозміну	зернові одиниці	2,1	4,0	4,3	5,7

При використанні різних видів органічних добрив найбільш ефективними є гній та торфо-гноєві компости (табл. 1.2). Використання торфу або сапропелю в чистому вигляді приносить малий ефект, проте їх варто використовувати як складові при приготуванні компостів.

Таблиця 1.2 - Вплив різних органічних добрив на продуктивність ланки сівозміни картопля–ячмінь–багаторічні трави (дерново-підзолистий супіщаний ґрунт)

№ п/п	Удобрення під картоплю	Продуктивність ланки сівозміни, ц/га кормових одиниць, в середньому за рік	
		всього	приріст до фону
1	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> - фон	55,1	-
2	Гній 60 т/га	60,3	5,2
3	Сапропель 60 т/га	56,4	1,3
4	Сапропель 100 т/га	56,6	1,5
5	Торфогнойовий компост (1:1) – 60 т/га	58,7	3,6
6	Торф – 60 т/га	56,0	0,9

Зменшення (в 4-5 разів) виробництва та використання органічного добрива в останні 15 років привело до зменшення балансу гумусу та застосування альтернативних шляхів по зменшенню втрат через внесення мінеральних добрив. До таких способів варто відносити: збільшення посівів багаторічних трав із кореневими і пожнивними рештками, з яких надходить в ґрунт до 6 т/га органічної речовини; соломі вирощуваних культур як одного із головних постачальників вуглецю; місцеві поклади сапропелю та торфу; сидерати. сапропель та торф варто застосовувати як компонент для виготовлення органічного чи орґано-мінерального добрива.

Сидерати варто поєднувати з січкою соломи. При такому поєднанні покращується всіст азоту та вуглецю та баланс між азотом, фосфором та калієм відпадають потреби в додатковому внесенні азотного добрива для розкладання соломи.

За результатами дослідів Інституту АПВ в Волинській області, застосування сидератів із соломою при вирощуванні цукрових буряків збільшує врожайність до 60 ц/га та до 12 ц цукру.

Встановлено, що застосування мінеральних добрив в сівозмінах вирощуваних культур знаходиться в тісній залежності від родючості ґрунтів, межі використання органічних добрив, баланс між гноєм і NPK, між азотом, фосфором та калієм в добривах.

Рівень використання мінеральних добрив має залежати й від поставленої врожайності вирощуваних культур. Тому якщо є потреба прискорити збільшити в ґрунті рухомі форми поживної речовини – проводять додаткове внесення добрив (понад витрати). На кількість використанні мінеральних добрив впливає й отримання відповідних параметрів якості вирощуваної продукції.

Однак, на легкому дерново-підзолистому ґрунті важливо дотримувати оптимальне співвідношення між органічними і мінеральними добривами: на внесену тонну гною вносити не більше 13...14 кг мінеральних добрив. Це найбільш хороше для збереження чи покращення родючості ґрунту та не має обмежень в часі.

З метою прискореного накопичення в ґрунті рухомої форми фосфору і калію, можлива зміна співвідношення до 20-26 кг NPK на тонну гною. Але потім варто перейти до оптимальних співвідношень вмісту органічної та мінеральної частини.

На ґрунтах, із високим вмістом на елементів живлення кількість мінеральної частини добрив варто зменшити до 110...130 кг/га NPK, використовуючи парні поєднання (NK, NP, PK) під деякі культури.

Варто недопускати тривале порушення співвідношення, коли на тонну гною становить 26 кг та більше NPK, і від 7 кг та більше азоту, яке призводить до негативної зміни властивостей легкого дерново-підзолистого ґрунту і їх токсикозу.

Строки використання органічних добрив зменшує витрати поживних речовин на формування врожаїв та сприяють підвищенню ефективності добрив.

Тона напіврозкладеного підстилкового гною по ефективності дорівнює двом тонам рідкого гною. Так виникає питання внесення органічного добрива не тільки під оранку, але й взимку чи навесні.

Використання якісного гною твердої чи рідкої фракції рівнозначне за ефектом. Внесення гною зимою по невеликому снігу поступається за приростом врожаю, що внесеться під зяб.

РКД (рідкі комплексні добрива) добре вносити під передпосівну культивуацію чи по сходах культур весною при початку вегетації. Всі інші терміни внесення РКД малоефективні.

Таблиця 1.3 - Рекомендовані дози органічних та мінеральних добрив під основні сільськогосподарські культури в типових сівозмінах Західного Полісся та Лісостепу України

Культури	Західне Полісся				Західний Лісостеп			
	гній, т/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	гній, т/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Дерново-підзолисті ґрунти					Чорноземи опідзолені та сірі опідзолені ґрунти			
Картопля	40	60	40	90	-	-	-	-
Картопля	60-80	135-180	120-180	180-240	-	-	-	-
Озима пшениця	-	60-90*	40-90*	60-135*	-	60-90	60-90	60-90
Льон	-	30	60	90-120	-	-	-	-
Льон	-	30	60	240** 360	-	-	-	-
Кukurудза	30-40	90-120	40-60	90-120	30-50 (післядія)	80	60	80
Ячмінь з підсівом багаторічних трав	-	0-60	60	60	-	40-60	40-60	40-60
Багаторічні трави – бобові	-	0	0	30-60	-	0	0	30-60
Багаторічні трави – бобово-злакові	-	***0-45	0	30-60	-	20-30	40-60	40-60
Озиме жито	-	60-90	30-45	90-135	-	-	-	-
Горех	-	-	-	-	-	20	40	40
Цукровий буряк	-	-	-	-	50	120	140	160
Дерново-карбонатні ґрунти								
Кормові буряки	30	120	60	120	-	-	-	-
Ячмінь + багаторічні трави	-	0-30	60	60	-	-	-	-

Підвищення ефективності добрив є їх локалізація тобто локальне внесення. При такому способі внесення добрив проходить найменше перемішування ґрунту із добривами, тривалість переходу добрив з однієї фази в

іншу скорочується, коефіцієнт застосування поживної речовини підвищуються. Локалізацію добрив забезпечують вносячи добрива в рядки при посіві чи посадці, внесення стрічками перед посівом чи при локальному підживленні просапних культур під час росту.

За рахунок локалізації внесення добрив маємо можливість отримувати додатковий врожай при використанні вдвічі меншої дози добрив, порівняно з розкидним внесенням необхідної дози (рис. 1.3).

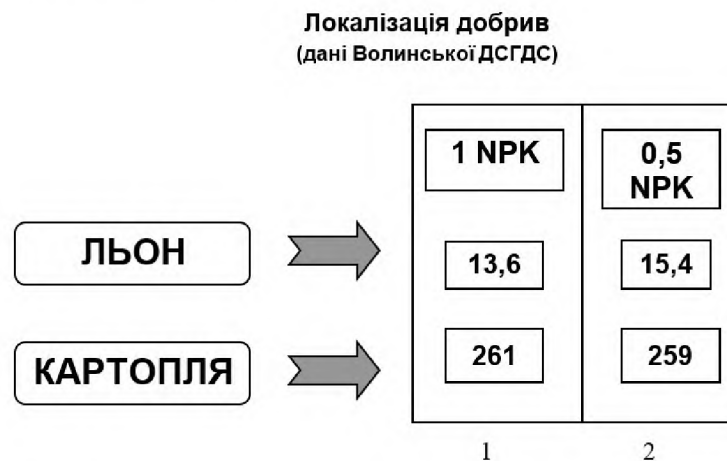


Рисунок 1.1 - Ефективність локального внесення добрив (1- суцільне розкидне внесення; 2 – локальне внесення)

## 1.2 Аналіз доцільності використання органічних добрив

Існують три різновиди добрива: мінеральні, органічні та бактеріальні (в результаті дії бактерій проходить перехід азоту в доступні форми), табл. 1.1. Якщо органічне добриво використовують в вигляді сумішей органічних речовин, отриманих в результаті їх розкладання. То дане добриво це компост.

Таблиця 1.1 – Види існуючих добрив

<b>Органічні добрива</b>	<b>Мінеральні добрива</b>	<b>Бактерії</b>
Гній	Азотні	Нітрагін
Пташиний послід	Калійні	Азотобактерії
Торф	Фосфорні	<u>Фосфобактерії</u>
Деревина, тирса	Вапняні	Автохтонна мікрофлора
Зелені добрива	Мікродобрива	<u>Різоцін</u>
Компост	Комбіновані	

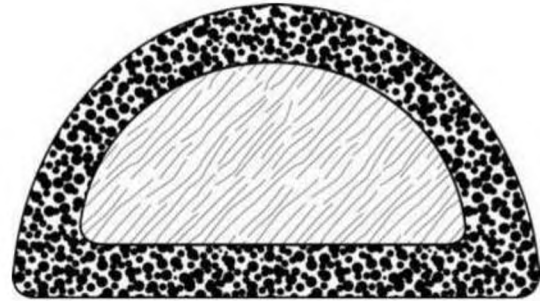
Органічні компости із додаванням мінерального компоненту називається органо-мінеральними добривом. Компостування це природній процес «гниття» чи розкладання органічних речовин мікроорганізмами при керованих процесах. Органічні матеріали: залишки рослин, відходи тваринництва можуть бути використані як добриво після компостування. Мікроелементи, отримані під час гниття є важливим поживним джерелом для рослин, вони покращують властивості ґрунту тим самим підвищують його родючість. При на ґруявності в ґрунті органічної речовини він є стійким до дій зовнішнього середовища (засуха, хвороби та хімічні забруднення); це помагає рослинам гарно засвоювати поживні речовини; Ґрунт стає живим середовищем який постійно здійснює свої властивості. Ця властивість впливає на зниження ризиків при вирощуванні, отримання високих врожаїв та зниження матеріальних витрат на виробництво продукції.

Існують три способи приготування компостів: аеробне компостування, з присутністю кисню; анаеробне компостування тобто без кисню та компостування за допомогою ферментативного розщеплювання органічних матеріалів. Останній процес здійснюється в результаті дії травної системи різних черв'яків, його ще називають «Вермикомпостування».

Компостування це складні процеси, які вимагають дотримання технології приготування, супроводу та контролю на протязі всього процесу.

Існують три способи приготування компосту – осередковий, пошаровий і майданчиковий.

При пошаровому компостувані (рисунок 1.1) на місці для компостування вкладають торф'яний шар завтовшки 0,25...0,30 м. Цей шар перешкоджатиме переходу рідкої частини гною в ґрунт. На нього вкладають шар підстилкового



гною 0,25...0,30 м, тоді шар торфу 0,25...0,30 м й так далі висота буртів має становити не менше 1,5 м. Верхній шар бурта має бути з торфу, тоді він поглине азот, який буде виділяється при розкладанні компонентів й тим самим знизить втрати наявного азоту. В період холодів, щоб гній не промерзав, закладання штабелю проводять в термін 1-2 дні. . Під час компостування в штабелях температура може становити до 60 - 65 °С, тому такий штабель ущільнювати не рекомендують.

Рисунок 1.2.-Схема пошарового способу компостування

Рисунок 1.3.- Схема осередкового закладання компосту

При закладці компосту осередковими способами (рисунок 1.3) варто утворити торф'яний шар внизу товщиною 0,4-0,5 м, в центрі купками розміщують гній. Далі гній з усіх боків засипають торфом. За такого способу компостування виключають промерзання закладеного бурта; температура в даному бурті на протязі зими становить не нижче 25 - 30 °С. Сам процес розкладання органічних речовин протікає повільно. В літній період даной бурт протикають кілька разів ломом, та проводять зволоження в міру його висихання.

Осередковий спосіб закладання компосту гною із торфом використовують коли є дефіцит гною чи в разі закладання буртів взимку.

Закладання компостів майданчиковим способом використовується найчастіше. Таке приготування компосту дозволяє одержувати компости з хорошими властивостями. В нього можна додавати мінеральні добрива, внаслідок чого отримуємо органо-мінеральну суміш.

даний метод здійснюють за наступною схемою: укладання шарами торфу, гною які посипають мінеральними добривами із подальшим перемішуванням буртів. Цей спосіб отримання компостів має не менше 14-20 операцій тому є дороговартісним. Даний спосіб здійснюється за наступними операціями: на попередньо підготовлений майданчик розкладають торф шаром 25-30 см. Тоді вкладається та розрівнюється шар гною, торфу, соломи та мінеральних добрив, що чергуються шарами. Отриману компостну масу бульдозерами згортають в штабелі шириною 3-5 м, висотою 2-3 м. На протязі всього процесу компостування масу варто перемішувати. Недоліками даного виду є великі витрати через кількість виконуваних операцій та неточне розміщення мінеральної частини. При такому перерозподілі мінеральних добрив є порушення протікання процесу перепрівання.

### 1.3. Аналіз технологічного процесу і способів приготування органічного добрива з використанням мобільних засобів

Процес виробництва та використання органічних компостів включає наступні операції: зберігання та змішування в гній вологопоглинаючого матеріалу (наприклад торфу) та мінеральної добавки; змішування основних компонентів та сформування отриманої суміші в бурти; витримка сформованих буртів на майданчику; компостування із періодичним перемішуванням буртів; зберігання отриманих компостів; завантаження отриманих компостів в засоби для внесення даного виду добрив; внесення отриманих добрив в ґрунт.

Виробництво компостів з гною здійснюють :

а)на відкритих майданчиках;

б) в механізованих компостосховищах;

в) в стаціонарних механізованих цехах.

Якість компостів з використанням мінеральних добрив значною мірою залежить від ступеня їх перемішування в буртах.

Торф завозять на майданчик транспортними засобами та машиною МТФ-71 (Рис. 1.3,а) чи змішувачем-аератором сформовують в бурти шириною 8-10 м, висотою до 5 м. Потім збоку бурта машиною для внесення рідкого органічного добрива РЖТ-8 (Рис. 1.3, б) з приспособленням для бічного вивантаження наносять шар гною напіврідкого.

При поступальному ході змішувача-аератора вздовж штабелів зрізується та перемішується шар торфу з нанесеним шаром гною певної товщини.



Рисунок 1.3. -Зліва направо: штабелююча машина МТФ-71; шнековий змішувач-аератор РЖТ-8.

В кузов роздавальника змішувача кормів РСП-10 (рисунок 1.4) екскаватором завантажують торф, що має зберігатись в одній з секцій наземного гноєсховища із бетонним покриттям (рисунок 1.5). Потім торф машиною

транспортують в секцію для компостування гною, де навантажувачами ПЕ-0,8Б вивантажують на торф напіврідкий гній.



Рисунок 1.4. - Роздавальник-змішувач кормів РСП-10

Компоненти дозуються ковшами засобу для навантаження та вивантаження із врахуванням щільності та вологості торфу й гною, змішування відбувається шнеками-змішувачами. Приготована суміш вивантажується через вивантажувальну горловину на площадку для вкладання компостів та сформовується в бурти.

Використання даного виду роздавальників-змішувачів кормів РСП-10 забезпечує в даному технологічному процесі однорідність суміші для компостування та забезпечує продуктивність від 25 до 30 т/год. При наявності у системі для видалення гною із бункерів-накопичувальників машину РСП-10 використовують як засіб для вивезення гною і як змішувач компонентів.

#### 1.4. Аналіз альтернативних можливостей регіонів України з виробництва компостів

В багатьох регіонах України немає покладів торфу, а стеблова частина рослин використовується як корм для тварин. За даних умов гній добре компостувати із ґрунтом. Завдання тільки вибрати найкраще співвідношення

компонентів, які забезпечують якість заготовленого компосту, та рівномірно премішати масу.

Для хорошого результату приймають що товщина нижнього шару ґрунту, має становити 50 см. Далі процес закладки аналогічний торфу.

Для раціонального вмісту консистенцій та біофільних елементів співвідношення гною до ґрунту має становити 2:1, чи на площі 1 га можна закласти 18 000 т компосту.

У зонах де є птахівницькі ферми вибирають 2-3 ділянки ґрунтових чи з мулом спущених водоймищ. Такі площі мають бути придатні для закладання компостів, їх площа має становити 0,25 га, а товщина ґрунтового покриву чи мулу не менше 50 см.

Закладання компостів на таких ділянках починають з транспортування напіврідкого гною з вологістю до 80% та внесення його по площі з розрахунку 350 т/га. Після внесення проводять оранку на глибину шару ґрунту, тобто до 50 см.

Потім машинами для внесення рідких органічних добрив там вносять гній вологістю більше 86 % кількістю 800 т/га. Через 7...14 днів варто провести розпушення культиваторами, ділянку з компостами розбивають на полоси шириною 7,5...10м, та довжиною до 100м. По центру секторів бульдозером нарізають «кишені» з шириною 2,5...3 м та глибиною до 0,5 м, їх заповнюють гноем  $1,2 \text{ т/м}^2$ . Після витримування один бурт компосту сформовують згортанням компосту з трьох виділених секторів, загальна ширина яких 23...30 м. При довжині бурта 100 м в нього вкладається 4500...6000 т готового компосту.

Змішування вибраних компонентів та формування буртів починають з трьох секторів. Роботу виконують бульдозерами. Далі змішують компоненти на крайніх секторах, суміш сформовують в бурт у середньому секторі.

### 1.5. Аналіз механізованої техніки для приготування органічного добрива

Приготування компосту, як органічного добрива, є дорогавартісною та складною операцією, оскільки це вимагає спеціалізованої техніки доводиться перемішувати велику кількість гною та торфу, інших компонентів, а при змішуванні добре дозувати мінеральні добрива. Тому для приготування компостів варто використувати техніку, що адаптована для приготування компосту.

Одній з таких машин, спеціально розроблених і вживаних в Європі і Америці для провітрювання, ворущіння і перемішування компостних буртів, є ALLU AS 26. Дана машина (рисунок 1.5) – машина яка здатна працювати автономно без додаткових пристособ. Приводиться в рух дизельним двигуном, привод робочого органу здійснюється з допомогою гідро двигуна. Робочий орган являє собою два перемішуючих барабани діаметром 1,25 м, які змонтовані на валі довжиною 5м. Обслуговує її один оператор, який управляє нею як дистанційно зовні, так і з кабіни, з допомогою ручного управління.



Рисунок . 1.5. - Машина ALLU AS 26. в роботі

Італійський виробник "Агрі Техніки" виробляє обладнання для приготування компосту SEKO (рисунок 1.6). Це машини, для приготування компосту з горизонтальним ротором. Перевертання та перемішування закладеної маси здійснюється ротором із подвійним витком; різання частинок та розбивання маси підвищеної вологості з допомогою леза ротора;



Рисунок 1.6.- Устаткування для приготування компосту SEKO

В Україні випускався навантажувач ПНД-250А, що призначений для подрібнення та навантаження добрив в причепи.



Рис. 1.7. Навантажувач- змішувач компостів ПНД-250А

Навантажувач складається із рами, де закріплено механізми приймального та транспортера вивантаження подрібненої суміші в транспортні засоби,

зменшувач швидкості обертання подрібнювача, гідросистема приводу робочих органів, елементів приводу робочих візлів. Процес роботи подрібнювача – навантажувача проходить наступним чином: органічна суміш яка захоплюється лопатями та навивкою шнека, що захоплюються фрезою, потрапляє в ліву частину ковша просувається до приймального транспортера, потім надходить до вивантажувального стрічкового транспортера який направляє її в кузов транспортного засобу. ПНД-250 працює від ВВП трактора МТЗ-82 та обслуговується оператором.

Робочий орган машини аналога складається з відвалу та фрези. В свою чергу фреза має дві частини: фрезерну, в виконанні лопаток закріплених на стійках та шнекову навивку яка слугує для транспортування подрібненої суміші до середини машини, також вона має ріжучі кромки сегменти.

Із закордонних стаціонарних подрібнювачів- змішувачів є роторний змішувач торфів МС 1120 (рисунок 1.9), призначений для змішування декількох органічних компонентів, він володіє функцією зволоження.



Рисунок 1.9. - Змішувач торффу МС 1120

Технічна характеристика змішувача подрібнювача торффу МС 1120 наступна : об'єм бункера - 1150 л; ротор з подвійною спіраллю, частота

обертання 23 об/хв; система зволоження з річковим або автоматичним управлінням; середня продуктивність 900 л/цикл; приєднання до водопроводу 50 л/хв; приєднання до електромережі 380 В; габаритні розміри (Д-Ш-В) - 2740-2120-1575 мм; загальна маса 780 кг

МС 1120 представлений на рисунку 1.9 складається із наступних частин: рами з кріпленням коліс при транспортуванні; три бункеридозатори; скребковим транспортером для завантаження органічної сировини; роторного одновального змішувача-подрібнювача; скребкового вивантажного транспортера. Привиться в рух від електродвигуна потужністю 11 кВт,

#### 1.6. Класифікація засобів при приготуванні органічних добрив

По конструкції є мобільні, пересувні та стаціонарні засоби для приготування компостів Мобільні засоби це такі які не залежать від місць для приготування компостів, є універсальними засобами.

Критерієм класифікації є основні робочі органи які виконують основне призначення машини Він може бути шнековим, де якого функцію перемішування виконує шнек- змішувач чи роторний – в вигляді трубчастого валу на якому закріплено ножі, лопатевим - в вигляді барабану з лопатями. Є сегментні та пальцеві основні робочі органи.

Привід всіх робочих органів в основному здійснюється за допомогою гідроприводу, електродвигуна, ВВП трактора.

В залежності від виду матеріалу, який необхідно змішувати, є спеціальні, такі, які працюють з одним типом матеріалу, універсальні, які працюють з різними матеріалами.

## **Висновки до розділу 1**

В першому розділі було зроблено огляд джерел посилань з чого можна зробити висновок, що приготування на внесення органічних добрив на промисловій основі вимагатиме великих капіталовкладень. Сам процес приготуванні довготривалий та вимагає спеціалізованого устаткування.

Машини, які приймають участь в процесі приготування компостів мають велику потужність і є дорогішими. тому запропонована тематика спрямована на зменшення витрат на створення причіпної машини., яка дасть змогу подрібнювати та одночасно змішувати їх додаючи мінеральну частину

## **2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОМПОСТІВ З ОРГАНІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ ТА ПОДРІБНЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ**

### **2.1 Обґрунтування технології виробництва органічних добрив**

На основі аналізу існуючих схем приготування і внесення добрив, які представлені в першому розділі, запропоновано нову технологію приготування та внесення органічних та органо-мінеральних добрив, вона включає в себе операцію з додавання добрив до компостів.

Приготування компостів відбувається наступним чином. На відведений майданчик завозять лігнін, торф та починають формувати торф'яну подушку товщиною від 0,25 до 0,30 м. Тоді вкладають та розрівнюють шар гною, шар торфу чи соломи шарами. Після вкладання та перемішування компостну масу бульдозерами згортають в штабелі шириною від 4 м до 6 м та висотою від 3 до 4 м. При закладанні компості з різних органічних компонентів масу варто перемішувати дисковими боронами. Якщо згідно норм внесення передбачено додаткове внесення мінеральних добрив тоді їх вносять безпосередньо перед завантаженням в транспортні засоби. Додавати їх варто в завантажувач – змішувач через дозатор мінеральних добрив, який вмонтовано в запропоновану машину. Для покращення технології приготування та внесення добрив запропоновано новий навантажувач-змішувач (рисунок 2.2). Використання яко дозволить якісно подрібнювати органічні компости а при додаванні мінеральних добрив рівномірно їх перемішувати під час завантаження в транспортні засоби чи машини для внесення чи розкидання їх по полі. Навантажувач-змішувач складається з машини яка приводить в рух робочі органи 1, основного редуктора 6, розміщеного на рамі 2 навантажувального транспортера, шнека подрібнювача 5 із валом 4, який приводиться в рух від ВВП трактора 14 через ланцюгову передачу 15 муфту 8 та приводну зірочку 9. До складу навантажувача-змішувача входять завантажувальний транспортер 11 та бункер-дозатор 10 для подачі

необхідної кількості сипких мінеральних добрив та дозуючим 13 валом внизу бункери.

### Запропонована технологія

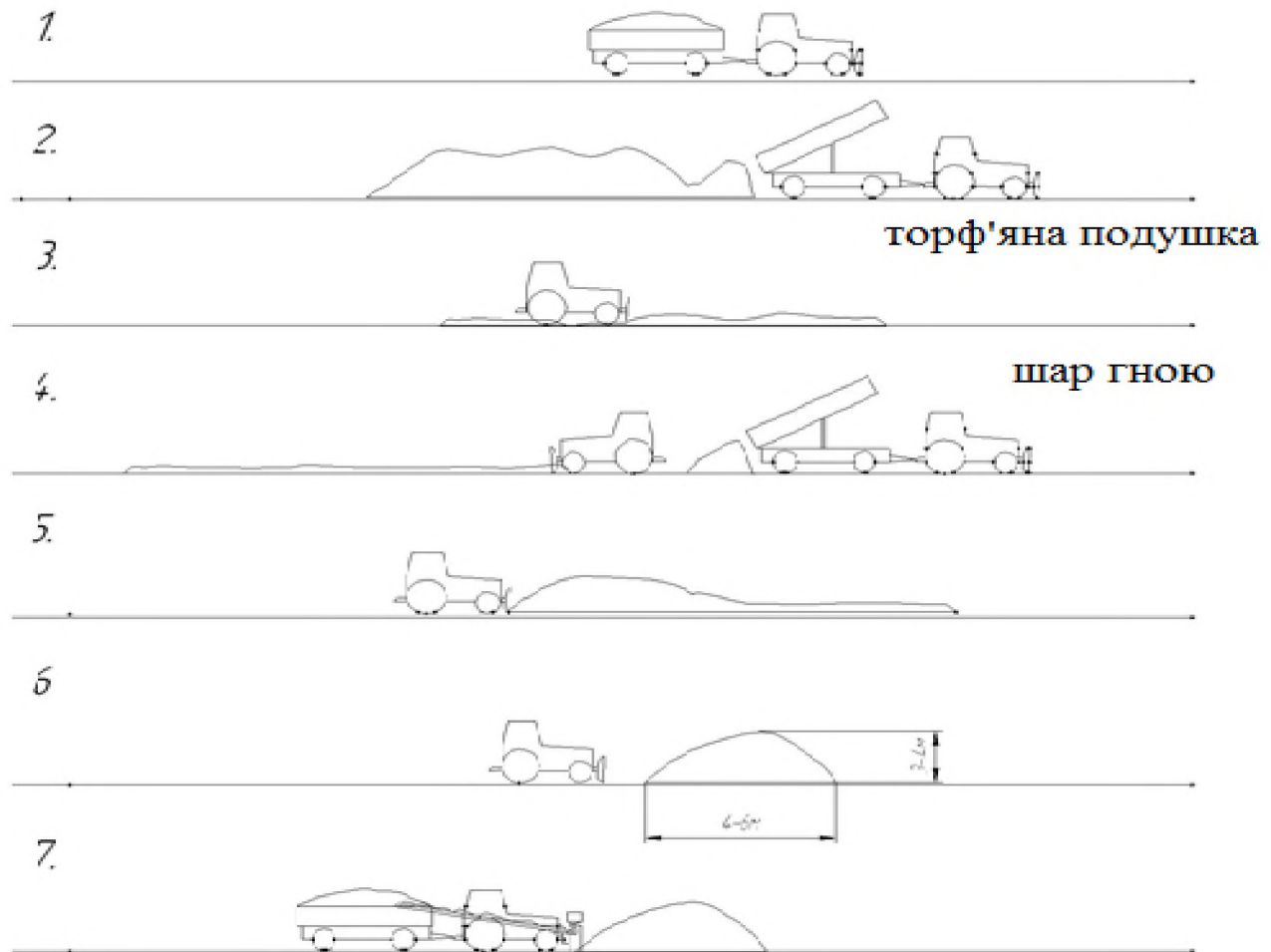


Рисунок 2.1 - Розроблена схема процесу підготовки, приготування змішування органічних добрив та при потребі додавання сипких мінеральних добрив з одночасним завантаженням їх в засоби для внесення чо транспортування

В бункері-дозаторі є дві секції розділені між собою, які дозволяють подавати на подрібнювач шнекового типу одночасно два види мінеральних добрив. Вивантажувальні вікна в бункері-дозаторі конструктивно розміщені так так, щоб добрива подавалися до місць інтенсивного перемішування компосту подрібнюючим шнеком.

Технологічний процес роботи машини для змішування та завантаження компостів проходить слідуєчим чином. При запуску двигуна трактора та ввімкнення ВВП 1 стрічковий транспортер 5 живильник 3, що закріплені на рамі

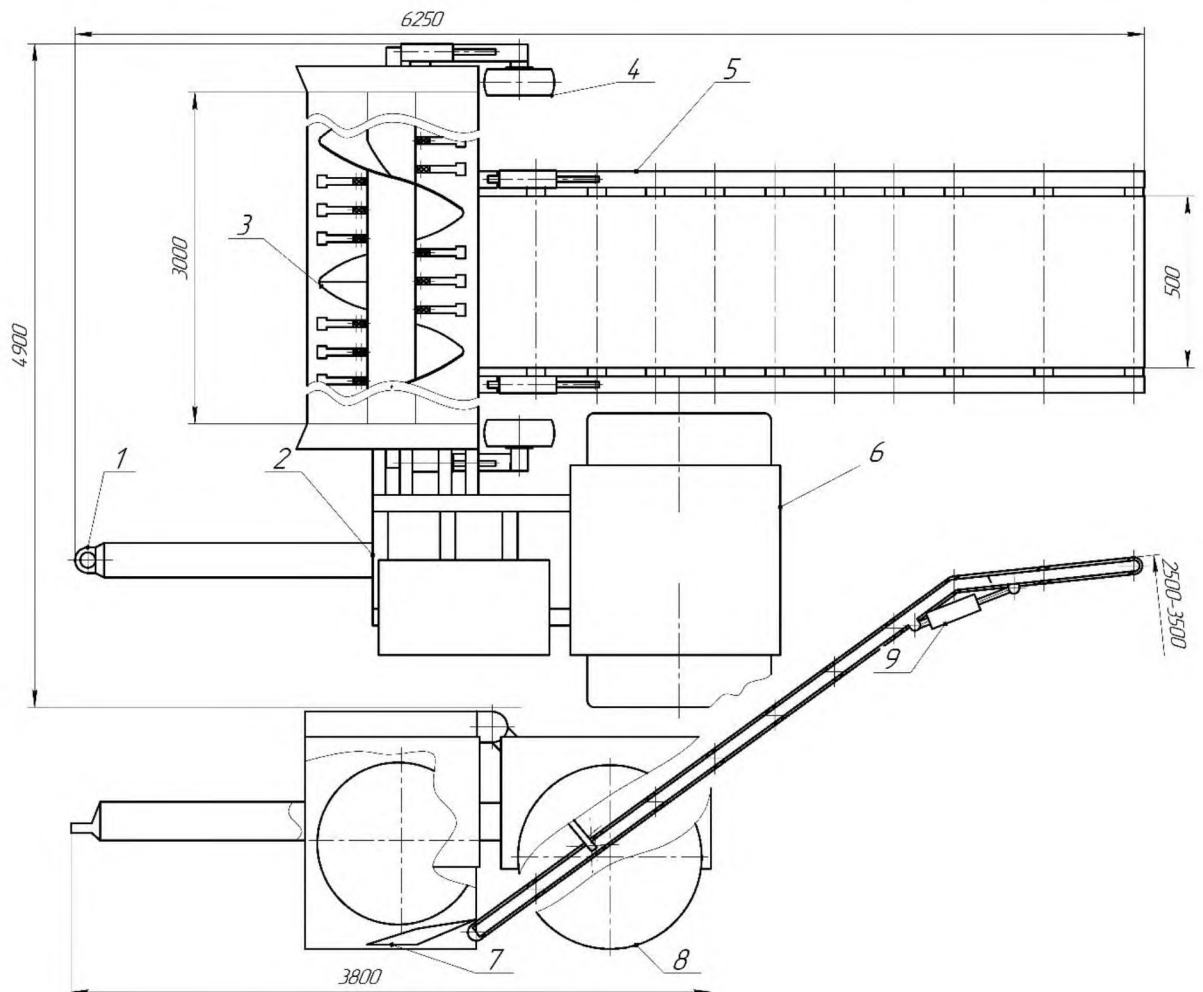


Рисунок 2.2.- Принципова схема подрібнювача – змішувача органічних компостів з одночасним додаванням мінеральної частини

2 навантажувача-змішувача компостів, вал шнека подрібнювача починає обертатись на валі 4, через муфту 8, ланцюг та редуктор. Розроблювана машина починає поступовий рух та вклинюватись в борт закладених компостів. При обертанні шнека- подрібнювача 5 від борта відокремлюються стрічки добрив тмішуватись до середини де вони захоплюються планками відвантажувального транспортера. відвантажувальним транспортером добрива піднімаються та вивантажуються в засоби для локальноговнесення чи транспорті засоби які транспортують їх до полів При обертані дозуючого валу 13 який розміщено в

бункері-дозаторі 10 через дозувальні отвори відбувається дозування мінеральних добрив, що потрапляють в зону шнека змішувача 5. При переміщенні транспортером 5 коомпостів та мінеральних добрив на відвантажувальний транспортер 11 відбувається додаткове змішування.

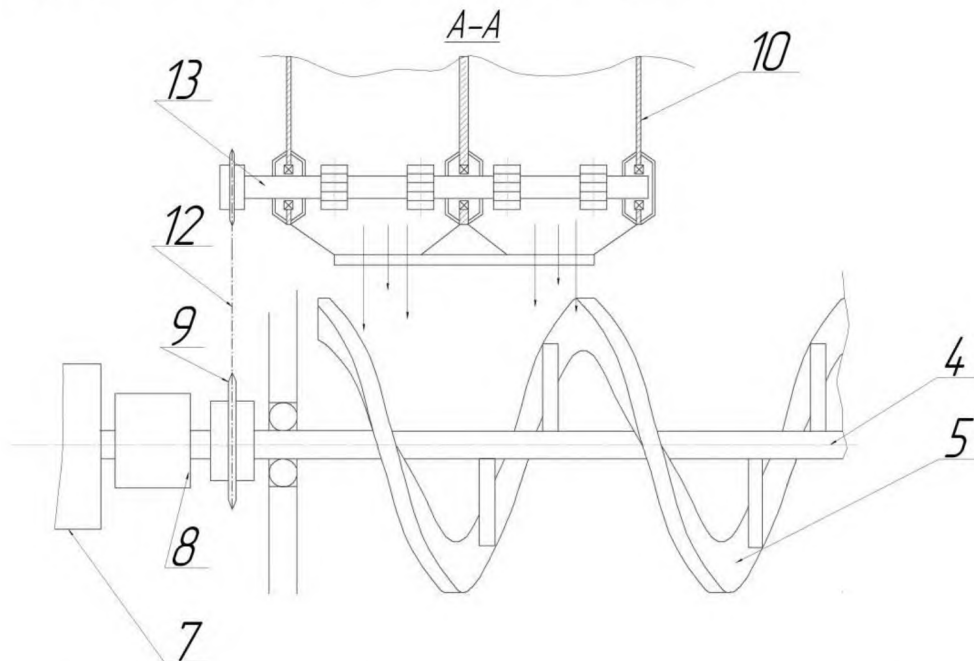


Рисунок 2.3 - Схема подачі добрив до шнека навантажувача-змішувача

Дана технологія із використанням навантажувача-змішувача дозволяє забезпечувати рівномірне перемішування компонентів з допомогою розроблюваного робочого органу шнека-подрібнювача. Мінеральні добрива вносяться в компост безпосередньо при подібненні їх з бурта та навантаженні в машини, тому відпадає операція внесення даних добрив окремо. Скорочення кількості операцій приводить до зниження витрат.

Переваги запропонованої технології з використанням навантажувача-змішувача – економія витрат при вирощуванні культур.

Дана технологія понизить енергоємність приготування за рахунок скорочення кількості операцій при внесенні.

## 2.2. Конструктивні параметри подрібнювача компостів навантажувача-змішувача

Навантажувач-змішувач складається з дозуючих робочих органів; та шнекового подрібнювача змішувача органічних добрив та відвантажувального транспортера.

Основними параметрами шнекового робочого органу є частота обертання шнека  $n$ , об/хв, кутова швидкість шнека -  $\omega_{ш}$ , рад/с, поступальна швидкість машини яка впливає на товщину стружки, яка зрізується. Зовнішній діаметр шнека  $D$ , м, діаметр по ріжучому зубі  $D_p$ , м; висота зубів до кромки гвинтової поверхні  $h$ , м;; діаметр валу шнека  $D_в$ , м; крок гвинта шнека  $K_p$ , м; крок зубів розміщених на шнекові  $K_з$ , м;  $k_p$  – коефіцієнт кроку гвинта;  $k_p = K_p / D$ .

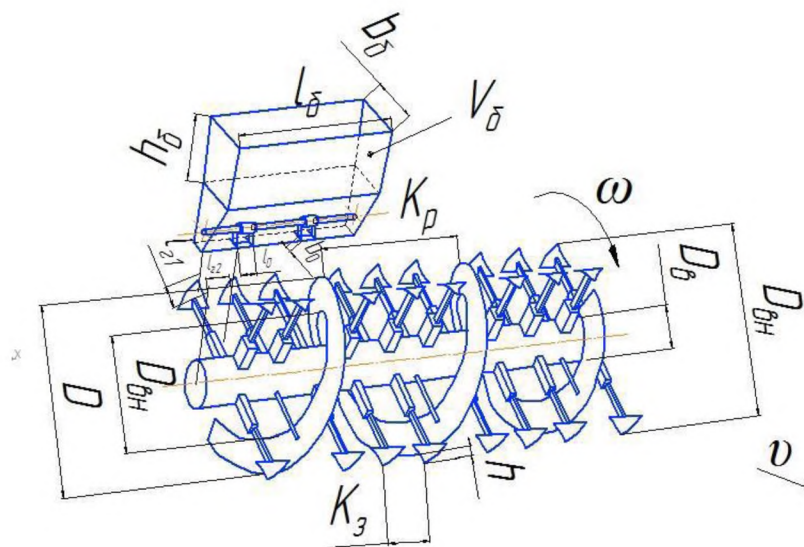


Рисунок 2.4 – Параметри шнекового подрібнювача- змішувача

До конструктивних параметрів подрібнювача шнекового типу являються параметри зубів (рис 2.5): ширина одного зуба  $B_з$ ; висота по передній і задній кромці  $h_з$ ; радіус кола зубів  $R_з$ .

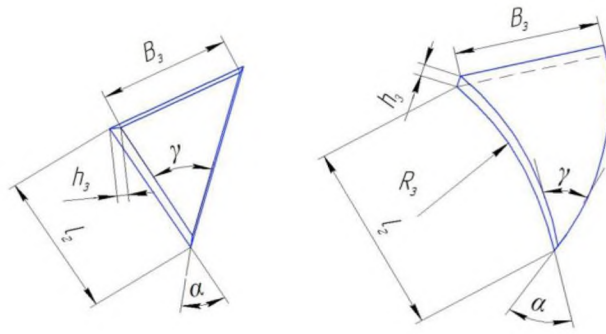


Рисунок 2.5 – Параметри зубів шнекового подрібнювача

До параметрів ріжучих зубів також відноситься кут при вершині зуба  $\gamma$  та кут заточування  $\alpha$ . Дані параметри дали можливість показати взаємодію ш з компонентами добрив.

### 2.3 Визначення оптимальних параметрів шнекового подрібнювача

Ножі шнекового робочого органу виконують процес зрізування маси з бурта та подрібнення цієї маси. Процес відрізання здійснюється ножами, що розміщені на валу шнека та мають вигляд плоского трихгранного або просторового клина. Сила, яка застосовується до ножів вказує значний тиск на шар компосту, та призводить до порушення зв'язків між пластами закладеного компосту.

Так в кваліфікаційній роботі магістра розробляється шнековий подрібнювач, який подрібнює компост, змішує її і переміщує до середини та подає її до вивантажувального транспортера машини. Так зрізаний шар добрив ножами шнека попадає під удари ножів декілька раз і набирає кінематичної енергії та спіральній навивці шнека переміщується до середини машини. Велика швидкість подрібнюючих ножів вимагає великої потужності. При ширині захвату 3.0 м. потужність для виконання роботи зрізування, подрібнення та транспортування становить до 20кВт.

Для забезпечення нормального зрізу шару матеріалу необхідно, щоб дійсна колова швидкість ножа була більша від критичної швидкості зрізу шару

матеріалу:

$$g = \frac{\Pi \cdot n \cdot R}{30} > g_n \quad (2.1)$$

Звідки:

$$n = \frac{30 \cdot g_n}{\Pi \cdot R} \quad (2.2)$$

де R – відстань від осі обертання до леза ножа шнека.

Так радіус краю ножа шнека вибирають з умови, що розмір зони зрізування по вертикалі не повинен перевищувати величину R. Звідси:

$$R = H - h \quad (2.3)$$

Практично радіус кінців ножів шнека знаходиться в межах 1250...1300мм, стор. 272 [ ]. Прийmemo R= 1300мм. Ширину зрізуючої частини ножа шнека вибирають від найбільшої товщини стружки компосту.

$$B = d_{max} + (30...50)мм$$

Так:

$$B = 20 + (30 + 50) = 50...70мм$$

Згідно конструктивних особливостей подрібнювача, прийmemo B=60 мм.

Визначимо число рядків ножів, що проходять по одному сліду зрізу. Так, зв'язок довжини до числа зубів можна визначити з залежності:

$$B = 2n \cdot g_m / z \cdot \varpi \quad (2.4)$$

Згідно конструктивних параметрів прийmemo Z=6

Де:  $g_m$  - швидкість руху шнековоо подрібнювача органічних добрив;

$\varpi$  - кутова швидкість обертання ножів шнека подрібнювача;

$$\varpi = \frac{\Pi \cdot n}{30}$$

n – частота обертання ножів шнекового подрібнюючого апарату згідно n= 170 об/хв

$$\omega = \frac{\Pi \cdot 170}{30} = 17,8 \text{ хв}^{-1}$$

$\mathcal{G}_m$  - швидкість руху машини (для машин, що приймають участь в процесі подрібнення добрив):

$$\mathcal{G} = \frac{W}{0,1 \cdot B_p \cdot \tau} \text{ км/год} \quad (2.5)$$

Де:  $W$ - годинна продуктивність машин для подрібнення добрив згідно [ ] стор

287  $W=30-60$  т/год. Прийmemo  $W=40$  т/год

$B_p=3.0$  м ширина захвату машини, м

$\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу.

Звідси

$$\mathcal{G} = \frac{40}{0,36 \cdot 40 \cdot 0,85} = 1,2 \text{ м/с}$$

Товщина стружки при зрізання її з бурта не повинна перевищувати ширини

захвату ножа  $B=0,07$  м. Прийmemo  $\ell = 0,035$  м

Звідси число ножів  $Z$  з формули (2.16) рівне:

$$Z = \frac{2 \cdot n \cdot \mathcal{G}_m}{\ell \cdot \omega} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 1,2}{0,035 \cdot 107,62} = 4,2 \approx 4 \text{ ножі}$$

#### 2.4. Енергетичний розрахунок

Потужність, яку необхідно затратити для приводу шнекового подрібнюючого механізму рівна:

$$N = N_1 + N_2, \text{ кВт} \quad (2.6)$$

де  $N_1$ – потужність яка необхідна для відрізування стружки з бурта добрив;

$N_2$ - потужність яка необхідна на транспортування до середини машини, кВт;

Отже:

$$N_1 = 3P_0 + \cdot \mathcal{G}_n \text{ кВт} \quad (2.7)$$

де  $P_0$  – питомий опір зрізуванню, Н/м<sup>2</sup>

$\mathcal{G}_H$  - швидкість руху ножа, м/с;

$$\mathcal{G}_H = \omega_H \cdot R = 102,62 \cdot 0,35 = 35,91 \text{ м/с}$$

$$P_0 = h \cdot p \cdot S \cdot nH \cdot m$$

$p$ - питомий опір різання, Н/м<sup>2</sup>;

$S$ - подача на один ніж, м;

$h$ -висота шару матеріалу;

$n$ - кількість ножів, що одночасно працюють.  $n=3$

$$S = \frac{60}{n \cdot Z}, \text{ м} \quad (2.8)$$

$n$ - частота обертання ножів, об/хв;

$Z$ - число ножів на.

Отже подача на один ніж рівна:

$$S = \frac{60}{670 \cdot 6} = 0,01 \text{ м}$$

Отже:

$$P = 3 \cdot 3000 \cdot 0,01 \cdot 0,35 = 31,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_1 = 3 \cdot 31,15 \cdot 35,98 = 3400,11 \text{ Вт} \approx 3,4 \text{ кВт}$$

Потужність, що затрачається на транспортування до середини подрібнювача змішувача:

$$N_0 = \frac{k_0 \cdot B \cdot S \cdot Z \cdot a \cdot \mathcal{G}_{кр}^2 \cdot \gamma}{2 \cdot 75 \cdot n} \cdot 736 \quad (2.9)$$

де:  $k$ - коефіцієнт, що залежить від форми робочих органів згідно стор. 155  $k=1$

$\gamma = 700 \text{ кг/м}^3$  - об'ємна вага транспортованого матеріалу = 700 кг/м<sup>3</sup>;

$B$  – ширина ножа 0,07 м;

$A$  – висота бурта  $A=1,35$  м ;

Звідси:

$$N_0 = 3 \cdot \frac{k_1 0,07 \cdot 0,01 \cdot 6 \cdot 0,35 \cdot 700 \cdot (35,9)^2}{2 \cdot 75 \cdot 9,81} \cdot 736 = 4989,95 \text{ Вт} = 4,9 \text{ кВт}$$

Отже, повна потужність рівна:

$$N_0 = 3,4 + 4,9 = 8,3 \text{кВт}$$

## **Висновки до розділу 2**

- 1 Враховано всі переваги при застосуванні добрив на основі органічних речовин з операцією подрібнення шару компостів.
2. Розраховано параметри потрібнювача змішувача органічних добрив.
- 3 Проведено розрахунок потужності на привід шнека\_подрібнювача добрив.
4. Запропоновано конструкцію машини для приготування органічних добрив до внесення та розроблено складальне креслення шнека-подрібнювача органічних добрив, який призначений для відрізання пластів добрив, подрібнення та перемішування матеріалів.

### **3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **3.1 Програма експериментальних досліджень**

При формуванні методик дослідження процесів подрібнення органічних добрив який пов'язаний з встановленням властивостей матеріалів отриманих при компостуванні, та піддаються подрібненню запропонованою машиною. Тому при подальшому дослідженні процесу компостування та отримання високоякісних добрив і виявлення переваг та недоліків при застосування даних добрив та сформування вихідних даних необхідних для розробки документації до досліджуваного зразка засобу приготування добрив до внесення методом подрібнення органічної суміші на основі торфу, підстилкового гною та курячого посліду нам варто провести дослідження з визначення фізико-механічних характеристик отриманих матеріалів, що піддаються подрібненню.

Проведення досліджень вимагає застосування приладів і апаратури як стандартного обладнання, так і розробки нестандартних установок для вдосконалення, перевірки, виявлення корисних параметрів процесу подрібнення добрив.

Тому, програмою було передбачено:

- 1) встановлення режимів сушіння органічної суміші на основі торфу, підстилкового гною та курячого посліду;
- 2) виявлення впливу вмісту торфу на процес створення якісної органічної сировини придатної для внесення в ґрунт;
- 3) визначення параметрів процесу сушіння отриманих добрив;
- 4) визначення твердості частинок на різних стадіях висушування ;

Проведення досліджень вимагає великого об'єму розрахунків одержаних результатів. Обробку результатів проводимо за наступною схемою:

1. Середня квадратична похибка за вибіркою (стандартне емпіричне відхилення за вибіркою):

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{сеп}})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

2. Середнє арифметичне значення отриманих результатів:

$$x_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

3. середня квадратична похибка середнього арифметичного:

$$\sigma = \frac{S_c}{\sqrt{n}} \quad (3.3)$$

4. коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{S_c}{x_{\text{сеп}}} \cdot 100 \% , \quad (3.4)$$

5. похибка досліду:

$$v = \pm \left( \frac{\sigma}{x_{\text{сеп}}} \right) \cdot 100 \% = \left( \frac{S_c}{\sqrt{n}} \right) \cdot 100 \% \quad (3.5),$$

При обґрунтуванні параметрів і режимів роботи шнекового подрібнювача органічних добрив було виявлено параметри які впливають на процес подрібнення отриманих органічних добрив. В процесі роботи нами складено програму експериментальних досліджень, за пунктами якої намагаємось визначити: втрату вологості з часом отриманих органічних добрив, визначити фрикційні властивості подрібнених добрив, визначити рівномірність подрібнення добрив шнековим подрібнюючим апаратом.

3.2. Прилади, обладнання та апаратура для проведення експериментальних досліджень

Для визначення вологості отриманих з компосту добрив застосовували таке лабораторне обладнання: сушильна електрошафа СНОЛ з автоматичним регулювання температури в камері для сушіння від +50 до +350 °С ± 2 °С; бюкси; іксикатор; лабораторні ваги ТВЛ 0,5, екстензометер.



Рисунок 3.1 – Прилади і обладнання для визначення вологості отриманих органічних матеріалів

### 3.3. Методика визначення вологості отриманих органічних добрив

Для визначення вологості добрив застосовували шафу сушильну СНОЛ – 3,5.3,5.3,5/3 ИЗ; і лабораторні ваги ВТК-500 з похибкою вимірювань 0,005 г.

Для проведення даного дослідження в бюкси закладали по 5 г отриманих добрив та висушували до стабільної маси закладеного матеріалу. перед початком роботи сушильну шафу прогрівали до температури  $+100 \pm 5$  °С; та підтримували її на протязі всього часу висушування матеріалу. Після набуття зразками стабільної маси дослідження припиняли. Різниця в масі бюкса між зважуваннями не має перевищувати 1 %

Абсолютну вологість органічного матеріалу  $w_a$  , % визначали за формулою:

$$w_a = \frac{m_e - m_c}{m_c} \cdot 100 \%, \quad (3.6)$$

де:  $m_e$  – початкова маса вологої наважки добрив, г;

$m_c$  – маса наважки добрив після висушування, г.

Показник абсолютної вологості органічних добрив вираховували як середнє арифметичне результатів двох проб до першого десяткового знаку та округленням отриманого результату до одиниці. Якщо різниці в показах перевищувала 1,5 %, такий дослід вважався неправильними і досліди повторювалися.



Рисунок 3.2 - Зразки отриманих компостованих органічних добрив для проведення дослідів

Після обрахунків одержаних результатів за цими розрахунковими даними будували криві зниження вологості органічних добрив. По вісі абсцис відкладали тривалість  $\tau$  процесу сушіння, по вісі ординат – вологість ґрунту  $W$  в процентах. На кривих відзначали експериментальні точки сушіння, їх з'єднували плавними лініями, це і було кривими сушіння.

в результаті нами було проведено та побудовано чотири криві сушіння для чотирьох типів добрив які відрізнялись за своїм вмістом. Результати досліджень представлено на рисунку 3.3.

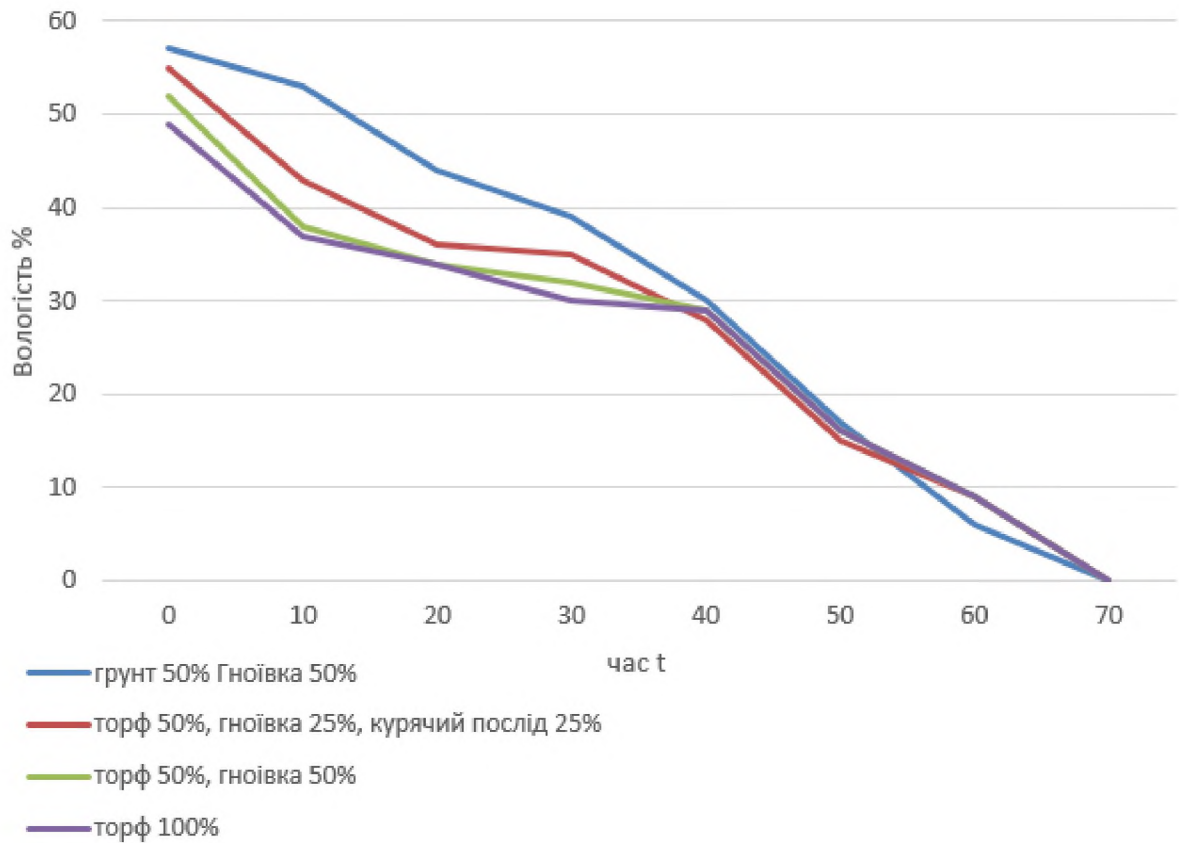


Рисунок 3.3 – Залежність зміни вологості з часом для органічних добрив різного складу

#### 3.4 Методика визначення твердості частинок ґрунту

Дослідження твердості висушених попередньо сформованих та висушених частинок органічних добрив проводили на екстензометрі, що зображений на рисунку 3.4



Рисунок 3.5 - Екстензометр

Для проведення запланованих досліджень нами створені вручну кульки з отриманих органічних добрив попередньо максимально насичених вологою. це було зроблено для того щоб максимально близько підвести фізичний стан матеріалу під екстремальні погодні умови та вказати на втрату вологи саме з такого стану. Стан матеріалу за такої вологості та її різку втрату призведе до максимального ущільнення матеріалу при усушці створених частинок і вони досягатимуть максимальної твердості яка може виникнути в природньому середовищі Так створені частинки з добрив розміщували в бюксах в сушильній шафі і проводили процес висушування їх під температурою 100 °С важивши їх через кожні 10 хв та вимірюючи твердість частинок. Отримані почазники дозволять сформулювати основні вимоги до подрібнюючого шнека визначитись з конструктивними параметрами запропонованого робочого органу За результатами отриманих досліджуваних показників побудували графіки залежності зображені на рисунках 3.6,3.7.

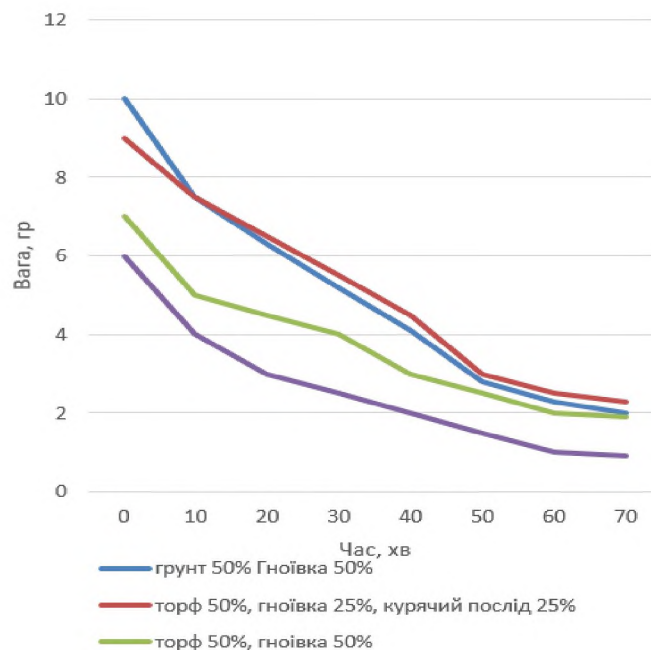


Рисунок 3.6 – Залежність зміни маси частинок з органічної сировини від часу сушіння

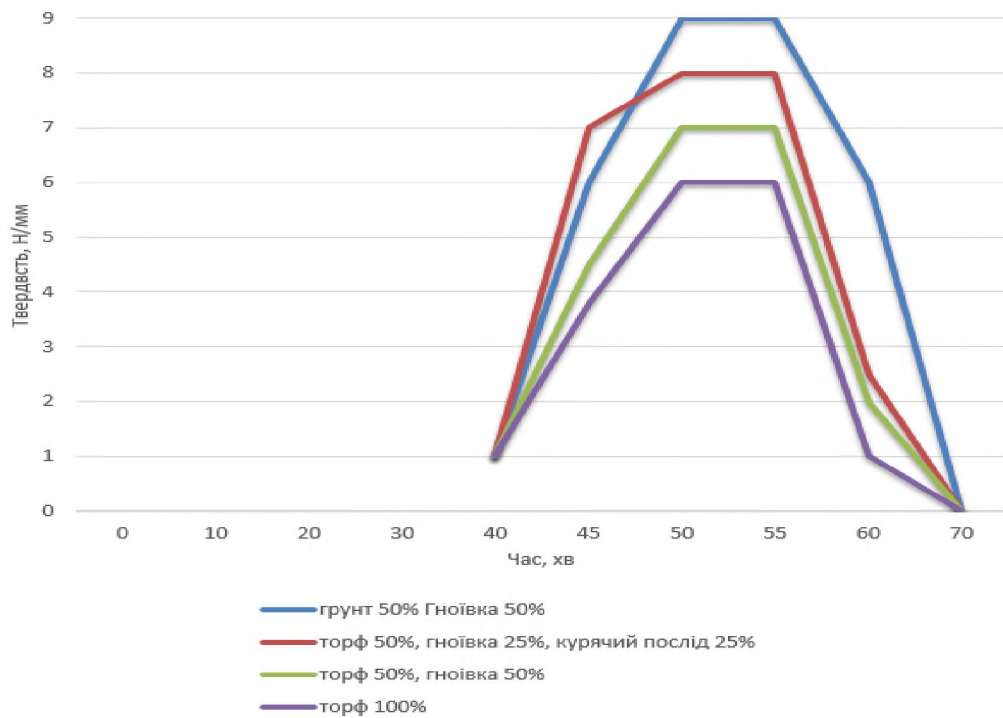


Рисунок 3.7. – Графік зміни твердості в залежності від часу сушіння та втрати вологості.

### Висновки до розділу 3

1. В результаті запланованих досліджень було побудовано криві сушінні отриманих органічних добрив шляхом компостування з різним вмістом органічних компонентів.

2. Визначення показників твердості отриманих добрив та побудова графіків вказує що вони наближені до стандартних показників та сильно не впливатимуть на гранулометричний склад суміші при подрібненні запропонованою машиною.

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

4.1 Методика і результати експериментальних досліджень з використанням методу математичного планування

Експериментальні дослідження проводили на обладнанні, яке показано на рисунку 3.5.

Серед встановлених показників роботи машини приготування органічних добрив до внесення їх в ґрунт з одночасним додаванням мінеральної частини найбільш значущими виявились:

1. Діаметр навивки шнека для подрібнення добрив.
2. Вага добрив що одночасно транспортується.
3. Коефіцієнт завантаження шнека-подрібнювача

З метою встановлення якості подрібнення та транспортування добрив до середини машини та встановлення діаметру шнека-подрібнювача для одночасного змішування отриманих добрив використано симетричний, не композиційний план Бокса-Бенкіна третього порядку.

Планування експерименту методом математичного планування з включало такі етапи: побудова таблиць факторів та визначення меж варіювання; кодування заданих факторів; складання матриці планування експерименту; реалізація плану експерименту згідно із матрицею планування експерименту; визначення всіх коефіцієнтів рівнянь регресії; складання диференційованого рівняння регресії; перевірка отриманих математичних моделей в вигляді систем рівнянь регресії та розкодування отриманих факторів.

При складанні таблиці значущих факторів та рівнів варіювання (табл. 4.1) враховувались результати досліджень зроблених раніше та інформацію, отриману з джерел-посилань. План Бокса-Бенкіна розрахований на використання трьох факторів та рівнів для кожного фактора: верхнього (+1), основного (0) та нижнього рівня (-1).

Дослідження проводимо із використанням матриці планування експерименту (таблиця 4.1). В розкодованому вигляді матриця планування експерименту представлена у таблиця 4.2. Порядок проведення дослідів встановлювався, використовуючи таблицю випадкових чисел.

Таблиця 4.1 – Фактори варіювання

Рівні варіювання	Фактори		
	Діаметр гвинта D, см	Вага транспортованого матеріалу m, кг	Коефіцієнт заповнення шнека- подрібнювача, k
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>
Верхній (+1)	150	800	1
Основний (0)	100	700	0.8
Нижній (-1)	50	600	0.6
Інтервал варіювання, ε	50	100	5

Кодування факторів експерименту, який проводився здійснювався для переведення заданих величин в безрозмірні величини. Зв'язок між кодованими та натуральними величинами факторів встановлюємо залежностями:

$$x_1 = \frac{P - P_0}{\varepsilon_1}, \quad x_2 = \frac{h - h_0}{\varepsilon_3}, \quad x_3 = \frac{W - W_0}{\varepsilon_2} \quad (4.1)$$

де  $n$ ,  $h_0$ ,  $v$  – значення факторів на основному рівні, відповідно діаметр шнека-подрібнювача, маса транспортованого вантажу та коефіцієнт заповнення шнека;

$\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$  – інтервали варіювання факторів.

Для трифакторного експерименту повне квадратне рівняння має вигляд:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + \\ & + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Коефіцієнти регресії визначають за наступними формулами [4.3, 4.6]:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.3)$$

$$b_j = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i, \quad (4.4)$$

$$b_{jr} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji} x_{ri} y_i, \quad (4.5)$$

$$b_{jj} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i - \frac{1}{16} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i + \frac{1}{2n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.6)$$

де:  $u$  – номер дослід у центрі плану

$n_0$  – кількість дослідів в центрі плану

$r, j$  – номери фактору дослід, причому у формулі (3.16)  $r \neq j$

$p$  – кількість факторів

$i$  – номер дослід

$n$  – кількість дослідів

$y_i$  – значення функції відгуку в  $i$ -му досліді

$x_{ji}, x_{ri}$  – кодовані значення  $j$ -го чи  $r$ -го фактору в  $i$ -му досліді

$y_{0u}$  – значення функції відгуку в  $u$ -му досліді в центрі плану.

Експерименти проводились із однаковим числом повторюваностей, тоді однорідність ряду дисперсій перевіряли за критерієм Кохрена. Для цього визначали розрахункову величину заданого критерію:

$$G^{розр.} = \frac{S_{y_i \max}^2}{\sum_{i=1}^n S_{y_i}^2}, \quad (4.7)$$

де  $S_{y_i \max}^2$  – найбільша із дисперсій.

$S_{y_i}^2$  – дисперсія, що характеризує розсіювання результатів в  $i$ -му досліді.

$$S_{y_i}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{g=1}^m (y_{ig} - \bar{y}_i)^2, \quad (4.8)$$

де  $m$  – число повторностей в експерименті;

$g$  – номер повторності експерименту;

$y_{ig}$  – результат  $g$ -ї повторності  $i$ -го експерименту;

$\bar{y}_i$  – середнє арифметичне значення усіх повторностей  $i$ -го експерименту.

Ряд дисперсій вважали однорідним, коли:

$$G^{розр.} < G^{табл.}(0,05;n;f), \quad (4.9)$$

де  $G^{табл.}(0,05;n;f)$  – табличне значення критерію Кохрена за 5%-го рівня значущості,  $n$  – і кількості експериментів та  $f = m - 1$  – числа ступенів вільності.

При визначенні коефіцієнту регресії виявляли малі за значенням показники. тому довірчі інтервали таких коефіцієнтів вважали незначущими.

Гіпотезу адекватності отриман моделі перевіряли з допомогою  $F$ -критерію (критерію Фішера). Розрахункове значення якого визначали згідно формули:

$$F^{розр.} = \frac{S_{неад.}^2}{S_y^2}. \quad (4.10)$$

Дисперсія неадекватності  $S_{неад.}^2$  рівна:

$$S_{неад.}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - y_i)^2}{f_2}, \quad (4.11)$$

де  $y_i, \bar{y}_i$  – значення функції відгуку  $i$ -го експерименту, визначене відповідно дослідницьким шляхом та за рівнянням регресії;

$f_2 = n - k'$  – число ступені вільності дисперсії неадекватності із врахуванням числа  $k'$  залишених коефіцієнтів регресії (у тому числі  $b_0$ ).

Гіпотезу про адекватність рівняння приймали в тому випадку, якщо розраховане значення  $F$ -критерію не перевищувало табличне:

$$F^{розр.} \leq F^{табл.}(0,05;f_2f_1), \quad (4.12)$$

де:  $F^{табл.}(0,05;f_2f_1)$  – табличне значення критерію Фішера за 5%-го рівнів значущості та ступеню вільності дисперсії неадекватності  $f_2$  і дисперсії

відтворюваності  $f_1$ .

Отже, дана методика дослідження продуктивності шнека для подрібнення та транспортуванні органічних добрив, заснована на використанні плану реалізації досліду Бокса-Бенкіна другого порядку дозволить отримати математичну модель в вигляді рівняння регресії. Функцією відгуку отриманого рівняння буде швидкість обертання шнека для кращого руйнування злежаних добрив отриманих методом компостування.

В усіх випадках відтворення досліджень повторюваність експериментів становила 3 - 6 разів. Розрахунок результатів проводили по схемі наведеній у джерелах.

Щоб отримати математичну залежність бажаної продуктивності шнека від факторів, що досліджуються в вигляді рівнянь регресії, як результат розроблено програму реалізації тьохфакторного експерименту.

Розрахунок згідно даних трифакторного дослідження реалізований за симетричним некомпозиційним планом Бокса-Бенкіна другого порядку, це здійснювали з допомогою програмного середовища Mathcad. Перевірку однорідності ряду дисперсій проводили за критерієм Кохрена.

Оскільки  $G^{розр.} = 0,313 < G^{табл} (0,05; 15; 2) = 0,335$  то процес відтворюється.

При визначенні довірчих інтервалів коефіцієнтів регресії використовуємо критерій Ст'юдента, табличне значення якого за 5-% рівня значущості і числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності досліду  $f_1 = 2$  становило  $t = 4,3$ .

Перевірку значущості коефіцієнтів регресії проводили за встановленими довірчими інтервалами і коваріаціями.

В результаті, рівняння регресії набуло вигляду:

$$\bar{y} = 37 + 0,34x_1 + 1,71x_2 + 0,55x_3 - 0,167x_1^2 - 0,444x_2^2 \quad (4.13)$$

Перевірку гіпотези адекватності рівняння регресії проводили за критерієм Фішера. Розрахункове значення даного критерію при дисперсії неадекватності  $S_{неад.}^2 = 3,102$  та дисперсії відтворюваності експерименту  $S_y^2$



Таблиця 4.4 - Планування експерименту і черговість проведення дослідів

Черговість проведення дослідів	Фактори		
	$D, м$	$m, кг$	$k$
1	150	600	0.8
2	50	700	0.8
3	150	700	0.8
4	50	700	0.8
5	150	800	1
6	50	800	1
7	150	800	0.6
8	150	800	0.6
9	100	800	1
10	100	600	1
11	100	800	1
12	100	800	0.6
13	100	800	1
14	100	800	1
15	100	800	1

Запропонована методика проведення дослідження за планом Бокса-Бенкіна дозволяє одержати математичні моделі для визначення кількісних і якісних показників: кінцевий діаметр шнека  $D, м$ ; найбільш придатну масу транспортованого вантажу  $m, кг/м^3$ ; можливість використання найкращого відсотку завантаження шнека-подрібнювача процесу процесу подрібнення органічних добрив запропонованим методом. Аналіз рівнянь регресії робить можливість оцінити вплив на зміну вказаних показників таких факторів, як діаметр шнека, спупінь завантаження шнека, та масу транспортованого вантажу.

Для відслідкування динаміки зміни якості подрібнення органічних добрив та отриманим рівнянням регресії були побудовані поверхні відгуку (рис. 4.1).

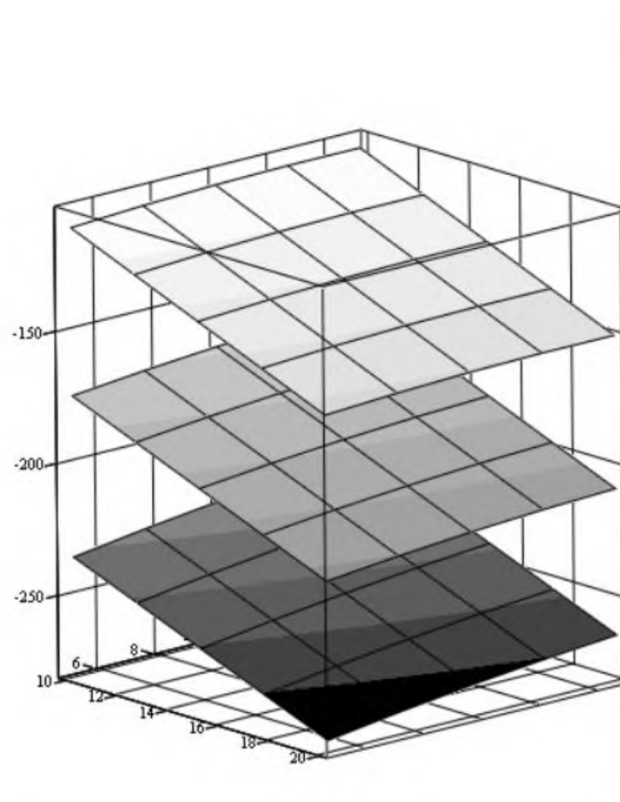


Рисунок 4.1 - Залежність зміни діаметру гвинта  $D$  ваги транспортованого вантажу  $P$  та коефіцієнта завантаження шнека.

#### **Висновки до розділу 4**

використана методика експериментальних досліджень дозволила встановити взаємозв'язок між діаметром гвинта вагою транспортованого вантажу та коефіцієнтом завантаження шнека подрібнювача

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Перспективних напрямків розвитку сільського господарства є вирощування екологічно чистої продукції. Тому пропозиції з вдосконалення техніки для виробництва екологічно-чистого добрива та конструювання нових машин для реалізації процесу виробництва, підготовки та внесення їх в ґрунт є важливою та перспективною темою проведення досліджень. Вдосконалення технологій з виробництва таких добрив є актуальним напрямом. Розробка машин для здійснення операцій, що приймають участь в технологічному процесі приготування добрив до внесення їх в ґрунт займає провідне місце.

Запропонована машина дозволить подрібнювати даний тип добрив та змішати їх з мінеральними добривами в різних пропорціях щоб вони дали хороший ефект при їх використанні.

Проведенні в роботі дослідження дозволяють зробити висновки, що машина покращить якість приготування, змішування та підготовки до внесення добрив отриманих шляхом компостування. Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Різке скорочення гумусу потребує внесення органічного добрива. Основною органічною речовиною, яка має вноситись в ґрунт є підстилковий гній від ВРХ. Проте катастрофічний занепад галузі тваринництва потребує пошуку нових альтернативних органічних речовин. Органічні добрива в перспективі покращать родючість ґрунтів та дозволять вносити такі мікроелементи для живлення які вимагає вирощувана культура, Органічні добрива є добривами тривалої дії.

2. Застосування запропонованої машини покращить технологію внесення добрив в ґрунт та зробить їх легкодоступними для культур.

3. використання технології з можливістю додавання мінемальної частини розширить спектр використання компостованих добрив.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Адамчук В., Ратушний В., Онищенко В. Універсальний агрегат до самохідного шасі. Техніка АПК. 1998. №2. С.22.
2. Вітровий А.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу роботи модульного гвинтового агрегату. Дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Луцьк, 1999. 138с.
3. Гудь В. З., Клендій В. М., Шуст І. М. Результати досліджень телескопічного гвинтового транспортера. *Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей*. Луцьк, 2019. Вип. 42. С. 12-20.
4. Гудь В. З., Пік А. І., Левкович М. Г., Гупка В. В. Результати експериментальних досліджень величини крутного моменту при перевантаженні телескопічним гвинтовим транспортером сільськогосподарських вантажів. *Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ»*. Луцьк, 2019. Випуск № 67. С. 34-41.
5. Гурик О. Я. Обґрунтування параметрів транспортерів-змішувачів сипких матеріалів : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.11. Тернопіль, 2003. 20 с.
6. Дідух В. Ф., Онюх Ю. М., Дуць І. З. Дослідження процесу подрібнення стебел льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2018. Випуск 39. С. 34-42.
7. Дідух В. Ф., Цизь І. Є. Дозування сипких зв'язних матеріалів під час виробництва органо-мінеральних добрив: монографія. *Луцький національний технічний університет*. Луцьк : РВВ Луцького НТУ. 2017. 185 с.
8. Дідух В. Ф., Сацюк В. В. Вплив процесу змішування на якість гранульованих органо-мінеральних добрив. *Сільськогосподарські машини: зб. Наук. Ст.* Луцьк, 1999. Вип. 5. С. 89–92.
9. Дмитрів Д. В. Оптимізація конструктивних параметрів робочих органів кормозмішувачів. *Вісник Тернопільського державного технічного університету*. 2003. Т.8, №4. С. 37-43.

10. Дмитрів Д. В. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів малогабаритних кормозмішувачів : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.11. Тернопіль, 2001. 47 с.

11. Дубчак Н. А. Обґрунтування параметрів та режимів роботи очисника вороху кормових буряків : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.11. Тернопіль, 2011. 21 с.

12. Залуцький С. З. Обґрунтування параметрів шнеків з робочою еластичною поверхнею для транспортування сільськогосподарських матеріалів : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.05. Тернопіль, 2018. 20 с.

13. Капаціла Ю. Б. Розробка і дослідження технологічних процесів багатофункціональних агрегатів для кормовиробництва : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.20.01. Луцьк, 1999. 18 с.

14. Конвеєри гвинтові. Загальні технічні вимоги : ДСТУ 2672:94. Київ : Держспоживстандарт України, 1995. 10 с.

15. Кукта Г. М., Гейфман В. П., Дешко В. І. Удосконалення експлуатації машин і обладнання тваринницьких ферм та комплексів. Київ : Урожай, 1989. 224 с.

16. Лещук Р. Я. Обґрунтування конструктивно-силових параметрів секційних робочих органів гвинтових перевантажувальних механізмів. Дис. ... канд. Техн. Наук: 05.02.02. Тернопіль, 2004. 185 с.

17. Лещук Р., Гевко І., Комар Р. Результати експериментальних досліджень гвинтових перевантажувальних механізмів. *Вісник ТДТУ*. 2003. Т. 8, № 4. С.56–61.

18. Лінник М. К. Розробка і дослідження забірно-змішуючого органу мобільного змішувача-навантажувача безперервної дії. *Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. Київ. 2000. Т.8. С. 435–444.

19. Ловейкін В. С. Вибір раціональних параметрів та режимів роботи вертикальних гвинтових конвеєрів. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*, 2005. Випуск 23. С. 181-195.

20. Ловейкін В. С., Рибалко В. М., Гудова А. В. Порівняння теоретичних та експериментальних досліджень динаміки пуску гвинтового конвеєра-змішувача. *Науковий вісник*. 2013. Випуск 185. С. 304-311.

21. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Теорія технічних систем : навч. Посібник для студентів спеціальності 133-Галузеве машинобудування. *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. Київ : ЦП «Компринт», 2017. 292 с.

22. Дядюра М.І., Тарасюк В.В. Характеристика безерукових сортів ріпаку – перспективної сировини для харчової промисловості / М.І, Дядюра, В.В. Тарасюк, // *Студентський науковий вісник. Серія – природничі та технічні науки. Науковий збірник*. Випуск 50 – Луцьк: ЛНТУ, 2024 – 52-58 с.

23. Ловейкін В. С., Хмельовський В. С., Гудова А. В. Підвищення ефективності роботи мобільних змішувачів-роздавачів кормів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2016. Випуск 10/2 (30). С. 107-111.

24. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г.Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; Заред. Д.Г. Войтюка. - К.:Вищаосвіта, 2004. — 544 с.

25. Войтюк Д. Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини:Підручник. -К., «Каравела», 2004. – 552 с.

26. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том. 2 (ч. 1). Машини для заготівлі кормів. / П.М. Заїка. – Х.: Око, 2003. – 360 с.

27. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів: дис. ... канд. Техн. Наук: 05.02.08. Тернопіль. ТДТУ, 2007. 229 с.

28. Вища математика в прикладах та задачах : навч. посіб. / В.М. Дубчак, В.М. Пришляк, Л.І. Новицька. – Вінниця: ВНАУ, 2018. – 254 с.

29. Пальчевський Б. О. Інформаційні технології проектування технологічного устаткування: Монографія. Луцьк : Луцький НТУ, 2012. 572 с.

30. Основи наукових досліджень в агрономії [За ред. В. О. Єщенка]. К.: Дія, 2005. 288 с.
31. Рогатинський Р.М. Механіко-технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва: дис. докт. техн. наук: 05.20.04 / Рогатинського Романа Михайловича. – К., 1997. – 425 с.
32. Дідух В.Ф. Проектування машин та обладнання для вирощування і збирання сільськогосподарських культур. Конспект лекцій для студ. спец. 133 "Галузеве машинобудування" денної та заоч. форм навчання. Луцьк: Луцький НТУ, 2017. 110 с.
33. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві. - Київ, Кондор., - 2007. -334 с.
34. Радик Д. Л. Розробка і дослідження енергозберігаючих гвинтових живильників : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.11. Тернопіль, 1996. 19 с.
35. Рогатинська О. Р. Обґрунтування параметрів навантаження і конструкцій гвинтових конвеєрів : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.05.05. Тернопіль, 2006. 20 с.
36. Рогатинський Р. М. Механіко – технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва : дис. ... д-ра техн. Наук: 05.20.01 ; 05.05.05. Тернопіль, 1997. 574 с.
37. Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Дмитрів Д. В. Моделювання роботи малогабаритного лопатево-гвинтового змішувача. Луцьк, 2000. Вип. 6. С. 129–135.
38. Сацюк В. В. Оцінка згладжуючої здатності змішувачів безперервної дії. *Сільськогосподарські машини*. 2016. Випуск 35. С. 88-91.
39. Brotman A., Wollman G., Telolman S. Chem. Met. Eng., 1945. No. 52. P. 102.
40. Duschek K. Optimierung der Produktion in einem bolivianischen Ziegelwerk. *Ziegelindustrie International*. Wiesbaden: Dauerlag GmbH-2009, №4.

41. Gevko I. Lyashuk O., Djachun A., Dovbush A. Interpretation of the choice of conveyers with improved technological characteristics. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Lublin–Rzeszow, 2015. Vol. 17, no. 4 / 2015. P. 107-116.

42. Lyashuk O. L., Sokil M. B., Klendiy V. M., Skyba O. P., Tretiakov O. L. , Slobodian L. M., Slobodian N. O. Mathematical model of bending vibrations of a horizontal feeder-mixer along the flow of grain mixture. *INMATEH – Agricultural Engineering*. Bucharest, 2018. Vol. 55. №. 2. P. 35 – 44.

43. Yaraghi A, Ebrahimi M, Ein-Mozaffari F, Ali Lohi A. Mixing assessment of non-cohesive particles in a paddle mixer through experiments and discrete element method (DEM). *Advanced Powder Technology*. 2018. V. 29(11) P. 2693-2706.

## ДОДАТКИ



Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кіл-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КАІ.ПОП.03.00.0000.СК	Ущільнюючий шнек		
				<u>Деталі</u>		
		1	КАІ.ПОП.03.00.0001	Кожух	1	
		2	КАІ.ПОП.03.00.0002	Стійка	2	
		3	КАІ.ПОП.03.00.0003	Цапфа	2	
		4	КАІ.ПОП.03.00.0004	Кришка наскрізна	2	
		5	КАІ.ПОП.03.00.0005	Корпус підшипника	2	
		6	КАІ.ПОП.03.00.0006	Боковина	2	
		7	КАІ.ПОП.03.00.0007	Фланець	4	
		8	КАІ.ПОП.03.00.0008	Ротор	1	
		9	КАІ.ПОП.03.00.0009	Молоток	48	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Заклепка 5x10	20	
				ГОСТ 10299-80		
				Гайка ГОСТ 5915-70		
		11		M24	10	
		15		M20	8	
		17		M50	2	
		21		M8	8	
		24		M18	96	

					КАІ.ПОП.03.00.0000 СК		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Ущільнюючий шнек		
Розробив	Корольчук Ю.						
Перевірів	Тарасюк В.В.						
Т.контр.							
Н. контр.	Юхимчук С.Ф.						
Затверд.	Хомич С.М.				Літера	Аркуш	Аркушів
					М	1	2
					Луцький НТУ, каф АІ ім. проф. Г.А. Хайліса гр.АІм-21		



# Звіт подібності

## метадані

Заголовок

Корольчук\_208\_2024

Автор

Корольчук Ю.Ю. Науковий керівник / Експерт

підрозділ

Lutsk National Technical University

## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Ⓡ	8
Інтервали	A→	0
Мікропробіли		3
Білі знаки	Ⓡ	0
Парафрази (SmartMarks)	a	44

## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КЦ

6917

Кількість слів

53629

Кількість символів

## Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

### 10 найдовших фраз

Копір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	<a href="http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf">http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf</a>	83	1.20 %
2	Дядюра М.І._208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	44	0.64 %
3	Дядюра М.І._208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	40	0.58 %
4	<a href="http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf">http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf</a>	24	0.35 %

5	<a href="http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf">http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf</a>	22	0.32 %
6	<a href="http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf">http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf</a>	19	0.27 %
7	Дядюра М.І._208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	18	0.26 %
8	<a href="https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf">https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf</a>	16	0.23 %
9	Дядюра М.І._208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	16	0.23 %
10	<a href="https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf">https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf</a>	16	0.23 %

### з домашньої бази даних (2.57 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Дядюра М.І._208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	155 (8)	2.24 %
2	Кокалюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	14 (2)	0.20 %
3	Ковела_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	9 (1)	0.13 %

### з програми обміну базами даних (0.19 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Дослідження процесу сепарації насіння з вороху льону 4/23/2019 Lviv National Agrarian University (LNAU) ((MEX) Кафедра Сільськогосподарських машин)	13 (1)	0.19 %

### з Інтернету (6.29 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	<a href="http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf">http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf</a>	316 (22)	4.57 %
2	<a href="https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf">https://inma-ita.ro/inmateh/INMATEH_2_2013/9_Tsiz%20I.pdf</a>	59 (5)	0.85 %
3	<a href="https://khntusg.com.ua/wp-content/uploads/2020/04/2_kartoplja.pdf">https://khntusg.com.ua/wp-content/uploads/2020/04/2_kartoplja.pdf</a>	29 (2)	0.42 %
4	<a href="https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/2019%20%D0%92%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%2041-113-119.pdf">https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/2019%20%D0%92%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%2041-113-119.pdf</a>	18 (2)	0.26 %
5	<a href="https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/download/184/157/">https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/download/184/157/</a>	7 (1)	0.10 %
6	<a href="http://www.lnau.edu.ua/lnau/attachments/3734_Dis.pdf">http://www.lnau.edu.ua/lnau/attachments/3734_Dis.pdf</a>	6 (1)	0.09 %

### Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------