

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

До захисту  
Допускається  
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему: «Підвищення ефективності виробництва озимої пшениці на прикладі  
ТОВ «Беево» Роменського району»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кузьменко А.В.  
(Прізвище, ініціали)

Група:

\_\_\_\_\_

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Харченко С.О.  
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**агроінжинірингу**

\_\_\_\_\_ Шуляк М.Л.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

\_\_\_\_\_ Кузьменка Андрія Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності виробництва озимої пшениці на прикладі ТОВ «Бєєво» Роменського району» \_\_\_\_\_,

керівник роботи: Харченко Сергій Олександрович, д.т.н., професор \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ року  
№ \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи: “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ року.

3. Вихідні дані до роботи: довідникова література; посібники; наукові журнали з даної тематики; статті з наукових збірників; монографії, тощо за темою наукового дослідження; Інтернет джерела; методичні рекомендації для виконання проєкту (роботи). \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Вступ. Розділ 1. Вплив органічних добрив на родючість ґрунту. Розділ 2. Машини для виконання технологічної операції по внесенню органічних добрив. Розділ 3. Дослідження модернізованого робочого органу розкидача органічних добрив. Висновки. Список використаних джерел. Додатки. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Презентація у Microsoft Office Power Point (слайд-презентація).

6. Консультанти розділів роботи:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
|        |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання: “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                    | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1     | Збір інформації                                                        |                                               |                                               |
| 2     | Аналіз літературних джерел з обраної тематики                          |                                               |                                               |
| 3     | Складання плану роботи                                                 |                                               |                                               |
| 4     | Написання вступу                                                       |                                               |                                               |
| 5     | Написання розділу «Аналітична частина»                                 |                                               |                                               |
| 6     | Написання розділу «Основна частина»                                    |                                               |                                               |
| 7     | Написання розділу «Досліджувальна частина»                             |                                               |                                               |
| 8     | Написання висновків                                                    |                                               |                                               |
| 9     | Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету |                                               |                                               |
| 10    | Подання роботи на рецензування                                         |                                               |                                               |
| 11    | Подання роботи до попереднього захисту                                 |                                               |                                               |

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_

(підпис)

Кузьменко А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

Харченко С.О.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки складає **51** сторінок друкованого тексту шрифтом Times New Roman, які складають **3** розділів. В роботі використано **36** рисунків, **3** таблиць і **25** літературних джерел.

**ОРГАНІЧНЕ ДОБРИВО, ГРУНТ, ПОГОЛІВЛЯ ТВАРИН, РОДЮЧІСТЬ, ДОЗА ВНЕСЕННЯ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ПТАШИНИЙ ПОСЛІД, БІОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО, ГОРИЗОНТАЛЬНА ВІСЬ ОБЕРТАННЯ, БОКОВИЙ ВИКИД, ГРУНТООБРОБНІ ЗНАРЯДДЯ, ПІДЖИВЛЕННЯ, ПЕРЕКРИТТЯ, ЛОПАТКИ, РОЗСПЮВАННЯ.**

*Мета досліджень* – удосконалення розкидального робочого органу для підвищення якості розподілу органічних добрив по полю та ефективного їх застосування при вирощуванні сільськогосподарських культур.

*Об'єкт досліджень* – технологічний процес внесення твердих органічних добрив на поверхню поля.

*Предмет досліджень* – вплив параметрів робочого органу агрегату розкидача на якісні показники розподілу твердих органічних добрив по полю

### *Задачі досліджень:*

- проаналізувати агрегати, їх робочі органи, процес та способи внесення твердих органічних добрив;
- дослідити процес взаємодії робочого органу з органічними добривами;
- встановити залежність нерівномірності внесення добрив та ширини захвату від робочого органу;
- обґрунтувати параметри розподільного робочого органу на основі наших досліджень;

# ЗМІСТ

**ВСТУП**.....

**РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ  
ГРУНТУ**.....

1.1. Використання органічних добрив в сільськогосподарському  
виробництві для покращення родючості ґрунту.....

**РОЗДІЛ 2. МАШИНИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ  
ОПЕРАЦІЇ ПО ВНЕСЕННЮ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ**.....

2.1. Технологія та способи внесення органічних добрив.....

2.2. Огляд машин та їх робочих органів.....

2.3. Вимоги до органічних добрив та технології внесення.....

2.4. Аналіз та огляд інформації про дослідження процесу внесення  
органічних добрив.....

**РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО РОБОЧОГО  
ОРГАНУ РОЗКИДАЧА ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ**.....

**ВИСНОВКИ**.....

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**.....

**ДОДАТКИ**.....

## ВСТУП



Україна, є одна серед найбільших виробників сільськогосподарської продукції в світі. За рахунок великого об'єму валового продукту, наша країна забезпечує внутрішні потреби ринку так і є стабільним постачальником на зовнішні ринки сировини та переробки сільськогосподарської продукції.

Україна займає друге місце за площею сільгосп угідь серед країн Європи та перше місце в світі за площею чорнозему.

Цінність земель досягається завдяки великому вмісту чорнозему, який є основою для нашого сільського господарства. Українці володіють багатством, яке природа надала нам в вміле використання – безкрайні поля, які надають нашій державі величезні прибутки. Але, не слід нехтувати правильними та безпечними технологіями вирощування, які сильно впливають на родючість ґрунтів. Сучасний ринок агротехніки насичений різноманітними агрегатами для виконання сільгоспробіт, здатними не лише прискорити і полегшити працю із вирощування урожаю, але й зберегти природні ресурси — насамперед ґрунти. Використання розкидачів для внесення органічних добрив має велике значення для збагачення рослин поживними речовинами, підвищення родючості ґрунту, збільшення врожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції рослинництва [5].

Внесення органічних добрив — найкращий спосіб збагачення ґрунту органічною речовиною, яка здатна перетворюватись на гумус, що значно підвищує ґрунтову родючість (із 1 т гною утворюється 35–50 кг гумусу). Водночас у ґрунті синтезуються гумінові і фульвокислоти, які мають

підвищену обмінну здатність. Найпоширеніші види органічних добрив добре відомі — це перегній, торф, зола, гній, пташиний послід, компост. Серед відносно нових — сапропель (органічний мул, донні відкладення прісних водоймищ), комплексні органічні добрива. Їхнє використання є складовою органічного (екологічно чистого) виробництва продукції рослинництва.в машину [5].

Застосування органічних добрив — основний засіб впливу людини на колообіг елементів живлення у землеробстві. Він дає змогу не лише підтримувати, а й збільшувати його



ємність. Із деяких органічних добрив (гною, пташиного посліду тощо) використовується значна частина елементів живлення, які вже були вилучені з ґрунту і добрив повторно. Отже, чим повніше на місцях використано

усі резерви органічних добрив, тим меншу кількість мінеральних потрібно вносити. Через низький вміст елементів живлення органічні добрива недоцільно транспортувати на значні відстані, їх використовують на місці виробництва [8].

Родючість ґрунтів має важливе значення для сільського господарства, оскільки вона впливає на врожайність і, звісно, на прибутки аграріїв. Родючість ґрунту — це здатність ґрунту підтримувати ріст і розвиток рослин. Ця характеристика залежить від наявності в ґрунті необхідних рослинам поживних речовин, вологи та повітря, а також від структури ґрунту та наявності мікроорганізмів. Родючість ґрунту може бути підвищена за допомогою застосування органічних та мінеральних добрив, компосту, а також методів, які підвищують вміст органічного матеріалу в ґрунті, наприклад, збереження решток рослинного походження (поживних решток), обробка ґрунту з використанням зеленої маси тощо. Родючість ґрунтів є

суттєвим фактором для забезпечення високих врожаїв та збереження екосистеми [9].

Органічні добрива – добрива, що містять елементи живлення рослин переважно у формі органічних сполук. Вони складаються з речовин тваринного і рослинного походження, які, розкладаючись, утворюють мінеральні речовини (азот, фосфор, калій, кальцій та інші), при цьому в приземний шар виділяється діоксид вуглецю, необхідний для фотосинтезу рослин. Крім того, органічні добрива позитивно впливають на водне і повітряне живлення рослин, сприяють розвитку ґрунтових бактерій та мікроорганізмів, які живуть в симбіозі з корінням сільськогосподарських культур і допомагають їм отримати доступні поживні елементи. До органічних добрив відносяться: гній, торф, пташиний послід, солома, тирса, зелені добрива, сапрпель, дефекація, буре вугілля, відходи сільськогосподарського і промислового виробництва

## РОЗДІЛ 1.

### ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ



#### 1.1. Використання органічних добрив в сільськогосподарському виробництві для покращення родючості ґрунту.

Використання органічних добрив в господарствах піз час вирощування сільськогосподарських культур є незамінною та невід'ємною складовою для отримання екологічно чистої продукції. Деякі агрономи вважають його стратегічним зняряддям під час вирощування с.г. культури.

Немало важливим фактором є те що мінеральні добрива на сьогодні мають велику вартість. Як показала практика останніх 20 років всі аграрії робили, і роблять до цього часу, ставку під час вирощування сільськогосподарської культури на внесенні мінеральних добрив (так звану мінералізацію ґрунту), тому що вони дозволяли отримувати високі врожаї. При цьому забуваючи про родючість, його мінеральні добрива погіршують та виснажують.

Одним із головних на нашу думку показників родючості ґрунту є вміст в ньому органічних речовин.

В багатьох джерелах описується про українські ґрунти, як найродючіші, але інтенсивне використання грантового верхнього шару призвело до зменшення вмісту родючого шару органічної речовини.

Нажаль тваринницька галузь в Україні також в занепаді. Так згідно Інтернет джерел з 1990 по 2000 роки поголів'я в Україні зменшилось на 80%, а в деяких джерелах описано що навіть 85%. Як результат цього вносились органічних добрив тільки 200...300 кг на 1 гектар, при потребі для балансу гумусу необхідно вносити 5...10 тон на гектар.

Ще один фактор який погіршує родючість наших ґрунтів є: «Сівозміна», але нажаль вона тільки на підручниках але не на практиці. Сівозміна складалася з бобових культур, зменшення площ під просапними культурами. Посів однієї і тої самої культури на одному і тому ж полі повинен відбуватися через великий проміжок часу, а не наступного року.

Залишення на полі пожнивних решток також відіграло немало важливу роль у збереженні родючості, але і тут рештки незатримувались на полі. В деяких господарствах одним із варіантів менеджменту рослинних решток є спалювання, що доказано багатьма науковцями призводить до зниження гумусу на 0,2..0,5% (рис. 1.1). Доказано що заробка рослинних решток (на прикладі бобових) дозволяє кращому накопиченню органічних сполук у ґрунту.



Рис. 1.1. Недоліки спалювання стерні.

Для кращого розкладання органічної продукції на Україні рекомендують робити оранку. Але науковцями доведено що при перевертанні пласта ґрунту відбувається його контакт з повітрям та відбувається більший викид вуглекислого газу. На деяких полях України активно почали використовувати мінімальний обробіток, головна причина такого виду обробітку є відсутність органіки в господарстві. Недостатком оранки є утворення плужної підшви, яка суттєво впливає на розвиток кореневої системи. Відмова від оранки і перехід на поверхневий обробіток аграріям дозволяє скоротити ПММ. Головним фактором відмови від оранки є збереження водного режиму ґрунту.

Для збереження родючості ґрунту необхідно робити аналіз ґрунту, як мінімум один в 5 років, а то і в три роки (рис. 1.2.). Щоб розуміти як змінюється родючість та будувати плани на його покращення.

Нераціональне і неправильне ведення сільськогосподарської діяльності призведе до деградації ґрунтів. В Інтернет джерелі <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/16661-orhanichni-rechovyny-na-poriatunok-gruntiv.html> наведені автором фактори деградації Українських ґрунтів, рис. 1.3.

- порушення оптимального співвідношення земельних угідь (високий показник розораності земель, площу ріллі необхідно зменшити на 6–8 млн га), негармонізований із європейським моніторинг ґрунтового покриву;
- не оптимізовано структуру посівних площ;
- недостатньо обґрунтована земельна реформа призвела до порушення агротехнологій і зменшення родючості ґрунтів;
- недооцінка (нехтування) реальної загрози деградаційних процесів, їх нерозуміння у суспільстві, неспроможність фермерів і керівників агрохолдингів підтримувати родючість ґрунтів;
- недостатнє застосування органічних і мінеральних добрив та забезпечення хімічними меліорантами, тому й дефіцитний баланс біогенних елементів;
- відсутність ефективних механізмів виконання законів про охорону земель;
- відсутність об'єктивної ціни ґрунтових ресурсів, справедливого оподаткування і відповідного фонду коштів, необхідних для підтримки родючості ґрунтів.

Рис. 1.3. Фактори деградації ґрунтів [4].

Дослідженнями встановлено що використання органічних добрив під час вирощування сільськогосподарських культур поліпшує ґрунт, а саме його агрегатний склад, воло утримуючі властивості стають краще, що дає можливість більше утримувати доступної вологи в ґрунті та пористість. Ґрунт який має достатньої кількості органіки краще накопичує опади та в подальшому віддає рослинам. Доведено що кожна внесена тона органічного добрива, на прикладі навозу (гною), під час розкладання в сівозміні дає можливість отримати до 1,5 центнер зерна додатково зерна. На практиці не рекомендовано вносити так званий свіжий гній під культуру, це пов'язано з великим вмістом насіння бур'янів, що буде в подальшому засмічувати поля.

Внесення гною дозволяє нам забезпечувати рослину калієм, азот як правило в перший рік має погане засвоєння так само і фосфор.

Гній який знаходиться на полі в кагатах, або в гноєсховищах як правило вноситься при допомозі гноєрозкидачів, про їх будову та особливості нами буде розписано в наступних розділах. Як правило якщо на полі заплановано складання навозу, то і внесення відповідно повинно бути на даній ділянці.

Вносять гній в багатьох господарствах нашої області, де є така можливість, в квітні, травні та навіть у червні. Як правило необхідно в кротчайший термін заробити добриво в ґрунт.

Ще один вид органічного добрива який вносять є: безпідстилковий гній; в залежності від кількості води в ньому він може бути: напіврідкий або рідкий. Таке добриво вносять як правило під просапні культури в кількості 180....280 кг/га; для зернових, а саме пшениці така норма становить 150 кг/га максимум.

Одним із видів органічного добрива є компостування в спеціальних приміщеннях, спорудах. Даний спосіб дозволяє значно пришвидшити процес компостування, та контролювати всі процеси які відбуваються під час перегною: вологість (яка повинна становити 50...70%), температура аерації (початкова температура повинна становити 10<sup>0</sup>С, зі збільшенням часу знаходження в так званих реакторах вона піднімається через 10 годин до 40...50<sup>0</sup>С потім доходить навіть до 75<sup>0</sup>С); спад температури до 30 <sup>0</sup>С дає нам сигнал що процес ферментації матеріалу завершено. Висока температура 75<sup>0</sup>С, а то і 80<sup>0</sup>С згубно впливає на насіння бур'янів та інші патогени. Така ферментація (перегнівання) відбувається набагато швидше, в порівнянні з природнім та може тривати максимум 10 днів. Дана технологія дозволяє зберегти максимально поживні речовини, відсутній неприємний запах та насіння бур'янів. Складові до такого перегною повинні бути не тільки гній, а і інші органічні відходи: тирса, солома, листя та інші органічні рештки. Отриманий в кінцевому продукті компост має багатоцільове призначення.

«100% хімічної частини снаряда потрапляє у довкілля. Щось у повітря, щось – одразу до ґрунту, а щось вимивається водою і йде до наземних та підземних вод. Так у землі з'являються алюміній, мідь, кобальт та інші важкі метали. Внаслідок окиснення вибухівки у повітря, ґрунт та воду потрапляють сполуки сірки й азоту», – каже науковиця Інституту мікробіології і вірусології імені Заболотного НАН України, докторка біологічних наук Людмила Білявська.



Джерело: <https://ecoaction.org.ua/vijna-vplyvaie-na-grunty.html>

Норма внесення вищенаведеного добрива становить 10...25 тон на гектар, що дає 300...400 кг елементів живлення для рослини. Внесення такого добрива добре себе зарекомендували при стріп тіл, а саме внесення в борозну, або лунку.

Ще одним із видів органічних добрив є пташиний послід. Дане добриво є найціннішим органічним добривом, це пов'язано з достатньою кількістю в ньому елементів живлення та їх доступність для рослини. В залежності від підстилки дане добриво має майже 85% органічних речовин, а саме в одній тоні такого добрива міститься азот (до 25 кг), фосфор (до 18 кг) та калій (до 11 кг).

## ПЕРЕВАГИ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ:

- безпечні для людей;
- поліпшення структури ґрунту (розпушення, збільшення доступу кисню);
- регулювання біохімічних процесів у ґрунті;
- активація мікроорганізмів у землі;
- створення родючого шару (гумусу);
- відновлення водного та повітряного режимів, активізація життєдіяльності корисних мікроорганізмів;
- доступність.

Перевагою органічних добрив над мінеральними є наявність багатовікового досвіду використання. Крім того, вони є менш концентрованими (крім пташиного посліду), діють на рослину повільніше, у міру розкладання, але протягом тривалого періоду.

Рис. 1.4. Переваги використання органічних добрив

(джерело: <https://agro-business.com.ua>) [8]

Наступний вид органічного добрива це вермикомпост, а саме органічне добриво яке отримано при допомозі черв'яків. Даний вид добрива був ще започаткований в 1798 році. На думку багатьох науковців налагодження в промислових масштабах виробництва такого добрива дозволить нам пришвидшити відновлення ґрунту. В переробленому черв'яками так званого субстрату міститься майже 650 кг біогумусу, який в свою чергу складається з 35% гумусу та 65% золи. Науковцями доведено використання такого добрива дає можливість збільшити врожайність зернових на 20...30%, на прикладі кукурудзи навіть 50%.

Отже, неперепрілий ґрунт необхідно вносити тільки під зяблеву оранку та обов'язково з загортанням в ґрунт. Як правило період між двома операціями повинен становити максимум 2 години. Так дослідні зразки озимої пшениці дали можливість отримати більше врожай пшениці на 33%.

За ступенем розкладання органічних речовин  
розрізняють чотири види підстилкового гною  
(органічні добрива):

- **свіжий**, в якому солома майже повністю зберегла первинний вигляд і міцність;
- **напівперепрілий** — солома має темно-коричневий колір і легко розривається;
- **перепрілий** — має вид чорнуватої маслянистої маси, і наявність соломи у ній непомітна;
- **перегній** — сипка чорна маса.

Рис. 1.5. Класифікація добрив (джерело: <https://propozitsiya.com/ua/rozkidati-gniy-otrimati-visokiy-urozhay>)

Органічні добрива є результатом ведення тваринницької діяльності. В порівнянні з мінеральними вони мають багато плюсів. Мінусом такого виду добрива є короткий термін зберігання в ґрунті, в порівнянні з мінеральними та необхідну велику кількість таких добрив для забезпечення рослин мікроелементами для розвитку та росту. Для підтримки родючості ґрунту дане добриво є найбільш ефективним, воно сприяє утворенню гумусу.

Найбільш розповсюджені серед аграріїв є такі добрива як: гній (продукт життєдіяльності різних тварин, використання його має комплексний вплив на поле збільшуючи в ньому запаси поживних елементів); торф (добриво рослинного походження (розкладеного) має в своєму складі азот та фосфор); компост (високо вологовмісна маса, має в своєму складі різні матеріали) та борошно (на практиці використовується кісткове або рибне).

## РОЗДІЛ 2.

### МАШИНИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ПО ВНЕСЕННЮ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

## 2.1. Технологія та способи внесення органічних добрив.

Відомо що для кращого живлення рослин поживними елементами немає нічого кращого ніж органічні добрива. Використання яких дозволяє надавати рослині всі поживні елементи для розвитку та росту також поліпшує агрофізичні властивості ґрунту.

Доведено на практиці для кращого та ефективного збереження всіх поживних речовин необхідно швидше заробити. Як правило це через 5..6 годин після того як буде внесено на поверхню поля. Ідеальна умова для внесення це коли проходить агрегат передня частина розкидає добриво а наступні робочі органи цього агрегату заробляють. В Україні в багатьох господарствах практикують такі способи як: розкидання чи то розливання по поверхні поля добрива, потім при допомозі ґрунтообробного агрегату відбувається заробка на необхідну глибину.

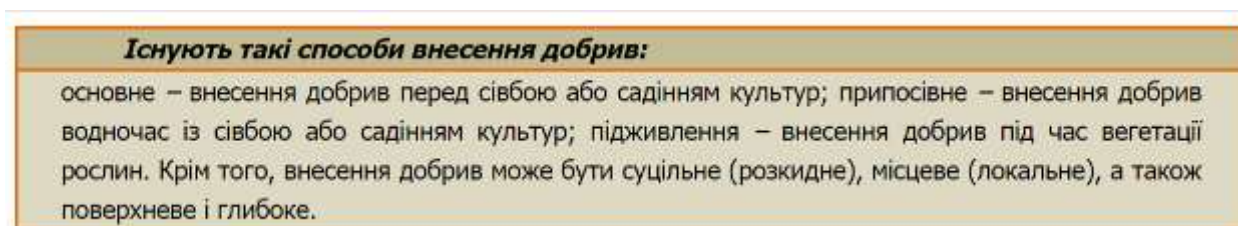


Рис. 2.1. Способи внесення добрив.

Організація технологічного процесу з підготовки і внесення добрив ґрунтується на дотриманні агротехнічних вимог, спрямованих на раціональне і ефективне їх використання: найбільш повне зберігання поживних речовин; усунення втрат добрив; перетворення поживних речовин добрив на більш доступні для рослин форми; набування ними кращих фізико-механічних властивостей; найбільш рівномірний розподіл добрив тощо. В Україні для внесення твердих органічних добрив поширення набули мобільні кузовні розкидачі, що забезпечують оптимальні показники продуктивності цієї технологічної операції [2].

Більшість розкидачів органічних добрив обладнано двома типами розкидних пристроїв — із вертикальними та горизонтальними лопатевими

валами. Горизонтальний тип складається з подрібнювального і розкидного барабанів, які обертаються в підшипникових вузлах, установлених на бокових стійках [2].

Вертикально розташований розкидний пристрій складається із чотирьох паралельно встановлених під кутом нахилу  $75^\circ$  до платформи транспортера розкидних барабанів. Барабани обертаються в підшипникових вузлах, що закріплені на рамі [2].

Розкидачі з горизонтальними одно-або дворядними лопатевими валами застосовують на розкиданні гною, що отримують після використання солом'яної підстилки. Ширина розкидання органічного добрива за допомогою таких робочих органів — 6–8 м. Для збільшення ширини більшість виробників обладнують розкидачі вертикальними дво- або чотирилопатевими валами. За оцінками західних фахівців, такі конструкції краще працюють на розсипчастому перегної [2].

На більшості агрегатів механізм подачі добрив у розкидний пристрій — це поздовжній дво- або однострічковий конвеєр (транспортер) днища кузова. Проте ланцюгово-транспортерний механізм є однією зі слабких ланок у конструкції розкидачів, він потребує постійного технічного обслуговування та поточного ремонту. Відповідно, ураховуючи це, виробники нині розробляють інші механізми подачі добрив у розкидний механізм [2].

Для отримання високих врожаїв необхідне своєчасне та правильне внесення добрив, саме таке дотримання технології дасть добрий розвиток кореневій системі.

## **2.2. Огляд машин та їх робочих органів.**

На даний час на ринку України присутні багато машин для внесення органічних добрив. В залежності від виду добрива яке буде вноситься відбувається класифікація машин, а саме розкидачі для твердої фракції та

розкидачі для рідкої фракції. До твердої фракції належать: гній, компост та курячий послід. Незалежно від виду добрива розкидачі є причіпні та самохідні, а за методом вивантаження бокові та з заднім вивантаженням (рис. 2.1). Останні мають розкидальні робочі органи виконані в вигляді бітера (або ще називають ротора) та барабанні. Барабанні випускаються з горизонтальним та вертикальним розташуванням робочого органу (рис. 2.2).

Присутні на ринку причепи-розкидачі органічних добрив мають перевагу, в зв'язку з використанням таких агрегатів для переведення до поля добрив з подальшим розкиданням через встановлені розкидальні робочі органи.

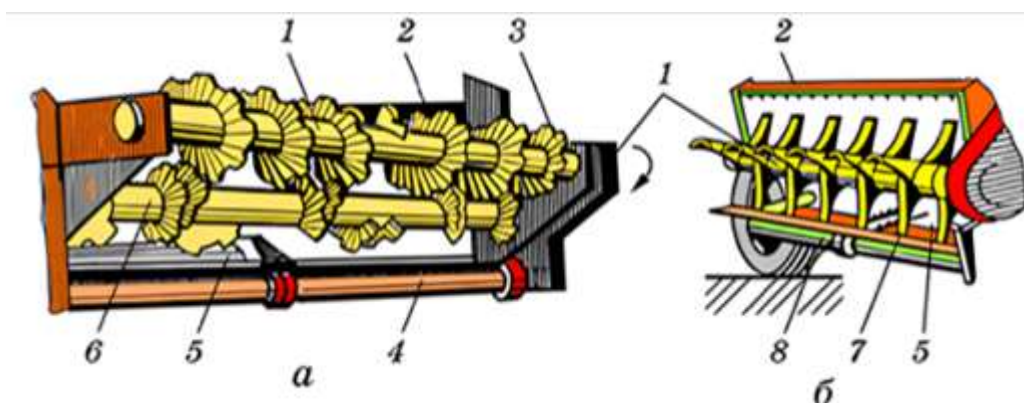


Рис. 2.2. Розкидальні робочі органи машини для внесення органічних добрив.

Український ринок розкидачів органічних добрив має як вітчизняні машини так і зарубіжні. На прикладі виробника «КОВЕЛЬСІЛЬМАШ» випускає розкидачі для внесення твердих органічних добрив МТО об'ємом 3; 6 та 12 тон; також виробництвом розкидачів (твердих) органічних добрив є АТ «УманьФерМаш»; «КовельСільмаш»; «БілоЦерківСільмаш»; «Завод Кобзаренка»; «ОгТех»; «ЯР-СТЕП» які випускали такі моделі як РУН-15; РОУ-6; РОД-12; РТД-5; МТО-7; ПРТ-7; ПРТ-10; ПРТ-16; ПРТ-11 та інші (рис. 2.3).

В залежності від моделі машини для внесення органічних добрив мають вантажопідйомність від 5 тон до 16 тон; агрегатуються як з маленькими тракторами типу МТЗ так і з більш потужними. Ширина внесення становить 6...10 метрів, доза внесення відповідно від 10 до 60 г/га.

Проведений аналіз розкидачів РОД-12 виробництва «Завод Кобзаренко» показав їх кращу ефективність при 12 метровій ширині розкидання, вони мають два великих бітери з змінними ножами та відповідно два диски, діаметр кожного складає 88 см. Розкидач призначений для розкидання посліду любої птиці, гною, торфу та навіть компосту.

ПРТ-7 – вітчизняна машина для транспортування та внесення суцільного органічних добрив, внесення відбувається розкиданням задніми розкидальними двома бітерами. Вантажопідйомність такого причепа складає 7 тон; при швидкості руху до 10 км даний розкидач може вносити (розкидати органічне добриво) на ширину 6...9 метрів, при дозі внесення 15 тон/га; 30 та навіть 45 тон на гектар.

В залежності від вантажопідйомності розкидачі органічних добрив мають одну або дві осі; для регулювання швидкості транспортера деякі розкидачі обладнані кулісним (храповим) механізмом. Так у розкидачу РОУ-6 рух добриву надає ВВП трактора. Робочий розкидальний орган в описаного розкидача складається з вертикальних валів (в кількості 4 штуки).

В даного розкидача регулювання норми внесення відбувається за допомогою механізму руху конвеєра (рух відбувається при допомозі храпа) згідно з рекомендованими нормами. Для визначення фактичної норми внесення використовують дані про масу добрива в кузові розкидача, робочої ширина його захвату та пройденої довжини під час розкидання добрив.

$$Q=10^4 \cdot G / B l$$

$$t_{роз} = 600G / Q B v$$



Рис. 2.3. Розкидачі органічних добрив вітчизняного виробництва



Рис. 2.4. Розкидачі органічних добрив закордонного виробництва

При різних нормах внесення органічних добрив (фактична відрізняється від заданої) навіть на 10%, то проводять регулювання транспортера к кузові розкидача, а саме змінюючи зірочки та пере налаштовують храповий механізм

Проведений аналіз розкидачів закордонного виробництва показав що:

- випускаючи модельний ряд одна фірма може нараховувати до 10 модефікацій;

- кузов: його конструкція та місткість різна і місткість може коливатись від 5 до 33 м<sup>3</sup>;

- ходова частина розкидача органічних добрив в залежності від вантажопідйомності може бути одновісною, тендемом, двовісною та навіть тривісним тендемом;

- більшість розкидачів твердих органічних добрив причіпні;

- на ринку присутні машини середньої вантажопідйомності, які обладнані не тільки ходовою тендемною технологією шасі, а і одновісною системою тільки з колесами великого діаметру. Виробники таких ходових систем розповідають про переваги таких системи, а саме: знижений опір коченню (тим самим зменшено витрати на потужність переміщення такого агрегату) та немало важливий показник маневреності агрегату і його ущільнюючий вплив на ґрунт;

- робочі органи на деяких розкидачах є одновальними або двовальними розташованими горизонтально валами; маючи таку саму конструкцію як попередні одно вальні чи двобальні вони ще обладнані на нижній частині великого діаметру розкидальні диски.

Виробники розкидачів органічних добрив в таких городах як: Німеччина; Нідерланди; Франція; Іспанія та навіть Польща випускали машини з горизонтальними валами (на яких розташовані лопаті) в кількості один або два вали. Ширина розкидання таких машин для внесення органічних добрив становила 6...8 м. Для потреби господарств у збільшенні ширини захвату розкидача виробники почали ставляти в нижній частині кузова, під валами горизонтальних лопатей, великі диски з лопатями в кількості 2 штук (рис. 2.5). До таких машин належать: Fliegl KDS 260 Muck Contro; Pronar N262/1; Hawe DST 20; Bergmann TSW 5210; Pronar Stalldungstreuer; Joskin Ferti-Space Horizon, АТОМ 24; Annaburger HTS.04; Metal-Fach N272/3 Viking та інші розкидачі твердих органічних добрив таких відомих фірм як: Farmtech "Фармтех" (Словаччина), CP (Нідерланди), MIRO "Міро" (Франція), Pottinger "Поттінгер" (Австрія), Kemper "Кемпер", "Куксман" (Німеччина); Hankkija (Фінляндія); UNIA TYTAN (Унія) та інші.



Рис. 2.5. Розкидачі органічних добрив з дисковим розкидальним робочим органом

Для зменшення ущільнення ґрунту під час внесення органічного добрива та використання зимою сільсхоз виробники пропонують розкидачі на гусеничних рушіях, які мають хорошу прохідність. Це такі виробники як: Meyer, JBS, Brochard, Tebbe та інші (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Розкидачі органічних добрив на гусеничному рушію

Значна частина західних фірм обладнує розкидачі твердих органічних добрив вертикальними дво- або чотирилопатевими валами, які, за оцінками

західних фахівців, краще працюють на розсипчастому перегної. Це фірми “Самсон” (Данія), “Лебоулх” (Франція), “Аннабургер”, “Штраутманн, “Хаве” (Німеччина), “Поттінгер” (Австрія), “Ролланн”, “Джантіль”, “Міро” (Франція), “Фармтех” (Словаччина). У нижній частині вертикальні лопатеві вали обладнані горизонтальними дисками з напрямними лопатками. Вертикальні робочі органи виконуються у вигляді лопатевих валів або шнеків. Оригінальний робочий орган виробляє фірма “Кеенан” (Німеччина), який являє собою диск великого діаметра з установленими на ньому лопатками та розпушувачами і встановлюється в передній частині кузова розкидача [6].

#### **2.4. Аналіз та огляд інформації про дослідження процесу внесення органічних добрив.**

Багато науковців займалися дослідженням технологічного процесу внесення органічних добрив на поверхню поля (рис. 2.9). Дослідження проводились на показники якості розкидання по полю в залежності від виду робочого органу та його конструкції.

Перші дослідження науковців були пов’язані з необхідністю дослідити шляху проходження органічного добрива по кузову розкидача до подрібнювально-розкидальних робочих органів. Так науковцем Кукібним було описано проекцію швидкості частинки добрива (2.1), де було враховано швидкості (початкової) руху частинки добрива; кут при якому відбувався виліт частинок добрива відповідно до горизонту та час руху в повітрі; прискорення вільного падіння та коефіцієнт парусності.

**Питанням внесення органічних добрив**  
**займалися:**

- ✓ М.М. Марченко,
- ✓ В.І. Якубаускас,
- ✓ Г.І. Лічман,
- ✓ А. Є. Шебалкін,
- ✓ В.В. Адамчук,
- ✓ П.М. Василенко,
- ✓ А.А. Кукібний,
- ✓ М.К. Лінник,
- ✓ R. Frick,
- ✓ Я.Г. Озолс,
- ✓ А.А. Какиатис,
- ✓ Г.А. Голуб,
- ✓ В.А. Волков,
- ✓ В.В. Висовень,
- ✓ В.О. Кудря та інші...

Рис. 2.9. Наковці які займались дослідженням технологічного процесу  
внесення органічних добрив.

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha_0 e^{-k_v t}, \\ v_y = \left( \frac{g}{k_v} + v_0 \sin \alpha_0 \right) e^{-k_v t} - \frac{g}{k_v} \end{cases} \quad (2.1)$$

Дослідивши вищеописане питання науковці проводили дослідження лопаток робочих органів, а саме рух по них частинок добрива. Проведені багато досліджень, але найбільший внесок в теоретичні дослідження зробив Василенко М.П., його дослідження про рух матеріальної точки по лопаті (2.2) на даний час широко використовується дослідниками при новітніх машин для внесення органічних добрив.

$$\xi'' = r\omega^2 \cos \psi + g \cos \beta - 2f\omega\xi' - fg \sin \beta + fr\omega^2 \sin \psi \quad (2.2)$$

Де були враховані наступні показники: прискорення частинки добрива та вільного падіння; відстань від центру валу до кінця лопатки; значення

кутової швидкості самого робочого органу та між напрямом руху частинки добрива і лопатки; їх коефіцієнт тертя.

Такі наковці як Волков В.А.; Голуб Г.А. та інші займались питаннями траєкторії руху частинки добрива в польоті та відповідно дальність польоту. Ними та багато іншими було запропоновано рівняння які описували рух частинки добрива в повітрі з урахуванням опору та без врахування.

$$x_{max} = \frac{1}{k_x a} \ln \left[ \frac{k_x v_0 \cos \alpha_0}{\sqrt{k_y} c} \left( \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{k_y} v_0 \sin \alpha_0}{c} + \operatorname{arsh} \frac{\sqrt{k_y} v_0 \sin \alpha_0}{c} \right) + 1 \right] \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{\cos \alpha_0}{k_2} \left( \sum_{n=1}^n \frac{(k_v v_0 t)^n}{n} (-1)^{n-1} \right) + \\ &+ \frac{\sin 2\alpha_0}{12} \left[ \frac{gt^2}{2} + \frac{g}{k_v^2 v_0^2} \left( \sum_{n=1}^n (2n-1) \frac{(k_v v_0 t)^{n+1}}{n+1} \right) \right] + \Delta_x, \\ y &= \frac{\sin \alpha_0}{k_v} \left( \sum_{n=1}^n \frac{(k_v v_0 t)^n}{n} (-1)^{n-1} \right) - \frac{gt^2}{2} \left( 1 + \sum_{n=1}^n \frac{(k_v v_0 t)^n}{n+2} (-1)^n \right) + \\ &+ \frac{g \sin^2 \alpha_0}{6k_v^2 v_0^2} \left( \sum_{n=1}^n (2n+1) \frac{(k_v v_0 t)^{n+2}}{n+2} (-1)^{n+1} \right) + \Delta_y \end{aligned} \quad (2.4)$$

Під час розрахунку вищенаведених формул враховували: початкову швидкість руху частинки, її силу тяжіння та силу опору повітря; максимальну дальність польоту частинки органічного добрива при відомих кутах вильоту відносно горизонту.

Обґрунтуванням раціональної ширини розкидання машинами займались також наковці. Під час даного дослідження процесу розподілу (внесення) твердих органічних добрив брали до уваги продуктивність кузова-розкидача, яка залежала від конструкції самого кузова, норм рекомендованої для внесення та технологічного процесу (схеми). Дослідження показали що для

зменшення кількості розкидачів органічних добрив в господарстві та ефективного використання та завантаження тих що є ефективно використовувати перевалочну технологію.

Незалежно від конструкції розкидача, його робочого розкидального барабану, який розташований вертикально, або горизонтально, чи взагалі розкидальні робочі органи диски – всі вищеописані розкидачі металевим способом (принципом) виконують розподіл матеріалу по полю.

На якість роботи розкидального робочого органу машини для внесення органічних добрив впливають:

- фізико-механічні властивості матеріалу, що розкидається;
- обладнання самого розкидача;
- технічних стан самого розкидача та його елементів та інші.

В наступному розділі кваліфікаційної роботи нами наведено результати дослідження розкидачів органічних добрив на нерівномірність розподілу добрива по загальній ширині захвату машини.

## **РОЗДІЛ 3.**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ РОЗКИДАЧА ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ**

Проведений аналіз досліджень нерівномірності розподілу органічних добрив по полю показав що розподіл має однаковий характер незалежно від типу розкидального робочого органу (рис. 3.1....3.5).

Провівши аналіз рисунків 3.1...3.5 бачимо впадини на багатьох графіках посередині, які зумовлені нерівномірністю по всій ширині захоплення вищеописаних на графіках розкидачів, даний показник коливається в межах від 30% до 58%, а в деяких агрегатах показник нерівномірності становить 88%.

На практиці для зменшення нерівномірності розкидання органічних добрив за розкидачем по ширині захвату використовують так звані перекриття загальної ширини внесення. Таке перекриття є недоліком процесу внесення органічних добрив, а за собою впливає на ефективну продуктивність такого агрегату, витрати на паливо та час роботи; немало важливий фактор є навантаження на ґрунт через таке перекриття.

З рисунка 3.5. ми бачимо що розкидач органічних добрив з боковим роторно-лопатевим робочим органом має найменше значення величини перекриття суміжних проходів.

Оптимальна продуктивність розкидача мінеральних добрив відбудеться тільки при умові: добриво яке сходить з розкидального робочого органу

якісно подрібнено до однорідної суміші (матеріалу) та рівномірного розподілу твердих органічних добрив по полю. Тому використання розкидачів з розкидальними робочими органами як вертикальними так і горизонтальними надає нам необхідної подрібненості матеріалу (добрива). Причиною такого є добриво яке час від часу обвалюється на барабан (подрібнювальний чи то розкидальний) тим самим потрапляє на подачу більше маси і збільшує норму внесення.

Як бачимо з графіків найбільше якісно виконується операція по внесенню органічних добрив агрегатами з боковим розкиданням.

Науковцями було запропоновано та виготовлено розкидач з пристроєм для бокового розкидання добрив та ще і з малими дозами (рис. 3.6).

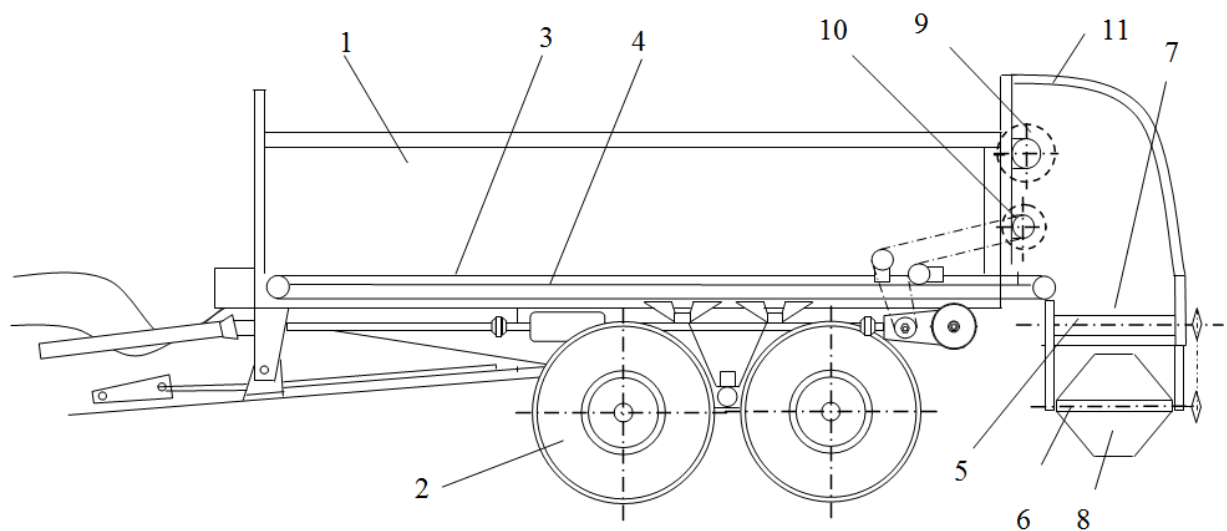


Рис. 3.6 Схема розкидача органічних добрив з боковим викидом

1 – кузов, 2 – ходові колеса; 3 –подавальний транспортер; 4 – днище кузова; 5 – поперечно-стрічковий транспортер; 6 – роторно-лопатевий робочий орган; 7 – розвантажувальний кінець поперечного транспортера; 8 – лопатка ротора; 9,10 –лопатеві бітери

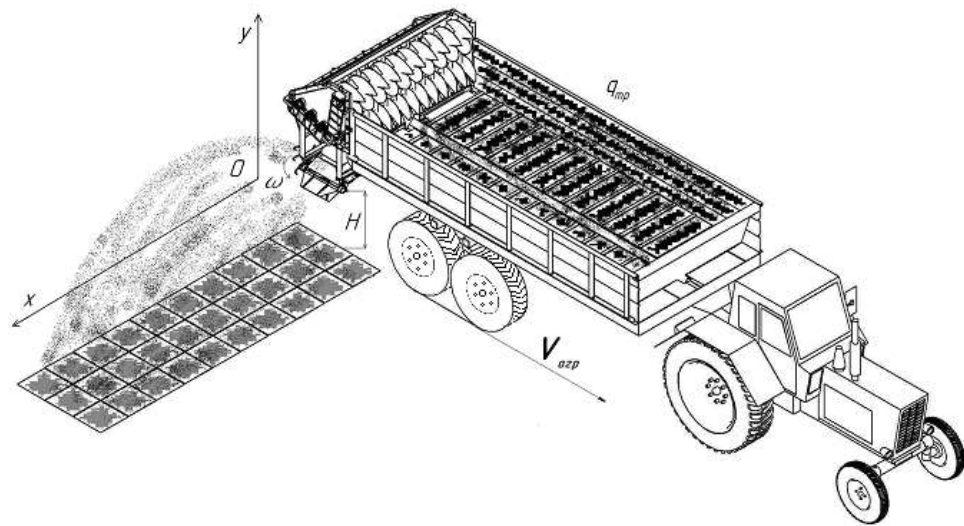


Рис. 3.7. Модель розкидача органічних добрив в роботі

Нами було з модельовано процес розкидання органічного добрива удосконаленим розкидачем (рис. 3.7), робочий процес якого складався з наступних етапів:

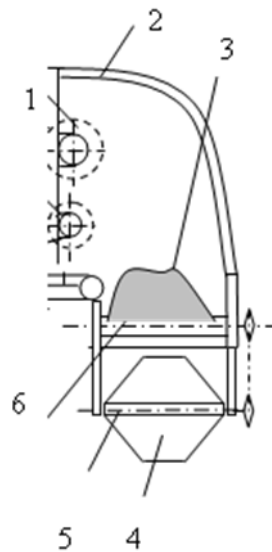


Рис. 3.8. Модернізована (приєднана) частина розкидача органічних добрив (твердої фракції):

1 - розпушуючі барабани; 2 – захисний кожух; 3 – розкидальний робочий орган;  
 5 – центральна вісь розпушуючого органу; 6 – переміщення добрив транспортером.

- подача органічної маси по кузову розкидача до удосконаленого пристрою при допомозі транспортної стрічки розкидача;

- подача відповідної кількості органічних добрив твердої фракції (при допомозі стрічки) до подрібнювального барабану (рис. 3.8, позиція 1);

- дозована подача фракції однорідної маси добрив (рис. 3.8, позиція 6), яка зійшла з подрібнювального барабану (рис. 3.8, позиція 1) до розкидального робочого органу (рис. 3.8, позиція 3);

- виліт частинок твердої фракції органічного добрива з розкидального робочого органу, лопатей (рис. 3.8, позиція 4) модернізованого розкидача органічних добрив.

Обертання розкидального робочого органу, а саме роторного розподільника відбувається за годинниковою стрічкою тому для розрахунків приймаємо зв'язок між положенням розкидальної лопатки ротора і часом.

Тому приймаючи за точку частинку добрива з масою  $m$  що знаходиться на лопаті та її сходу відбувається дія сил: інерції (3.1); опору повітря (3.2); тяжіння (3.3) та тертя (3.4) по лопаті розкидального ротора.

$$F_{\text{іт}} = m \frac{d^2 \rho}{dt^2} = m \frac{d}{dt} \left( \frac{d\rho}{dt} \right) = m \frac{\omega d}{d(t\omega)} \left( \frac{\omega d \rho}{d(t\omega)} \right) = m \frac{\omega d}{-d\varphi} \left( \frac{\omega d \rho}{-d\varphi} \right) = m \omega^2 \frac{d^2 \rho}{d\varphi^2} \quad (3.1)$$

$$F_p = k_v m v = k_v m \omega \frac{d\rho}{d(t\omega)} = -k_v m \omega \frac{d\rho}{d\varphi}, \quad (3.2)$$

$$P_\rho = P \sin \alpha, \quad (3.3)$$

$$F_{\text{тр}} = f N, \quad (3.4)$$

Для подальших змін конструктивних параметрів розкидального робочого органу машини для внесення твердих органічних добрив на

поверхню поля нами було проведено визначення аеродинамічних властивостей частинки добрива органічного (3.5).

$$p_{k_v}(\xi) = \begin{cases} 0 & \text{при } \xi < k_{v0} - \sigma_{k_v}, \\ (\xi - k_{v0} + \sigma_{k_v})^2 & \text{при } k_{v0} - \sigma_{k_v} \leq \xi < k_{v0} - \frac{2\sigma_{k_v}}{3}, \\ -\frac{(\xi - k_{v0})^2}{2} + \frac{\sigma_{k_v}^2}{3} & \text{при } k_{v0} - \frac{2\sigma_{k_v}}{3} \leq \xi < k_{v0} + \frac{\sigma_{k_v}}{3}, \\ 0,1(\xi - k_{v0} - 2\sigma_{k_v})^2 & \text{при } k_{v0} + \frac{\sigma_{k_v}}{3} \leq \xi < k_{v0} + 2\sigma_{k_v}, \\ 0 & \text{при } k_{v0} + 2\sigma_{k_v} \leq \xi \end{cases} \quad (3.5)$$

Результати дослідження нами було зображено на рис. 3.9.

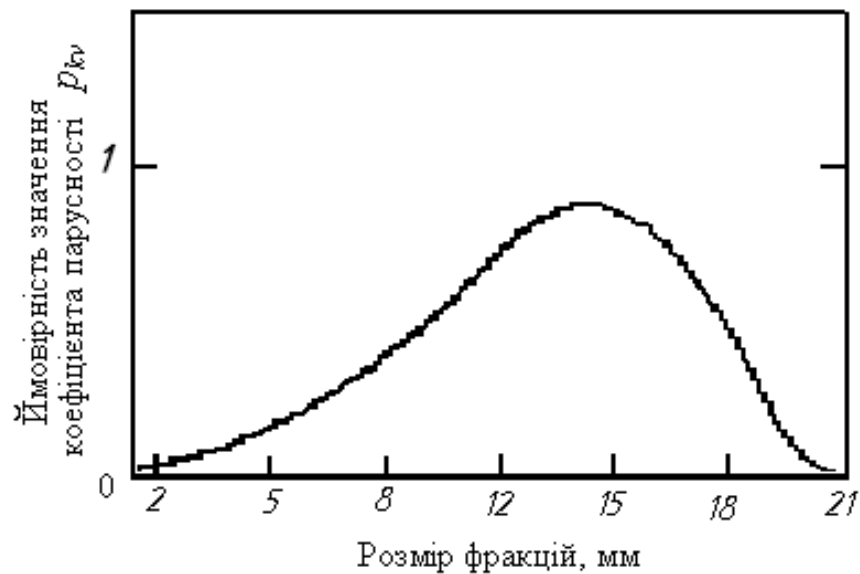
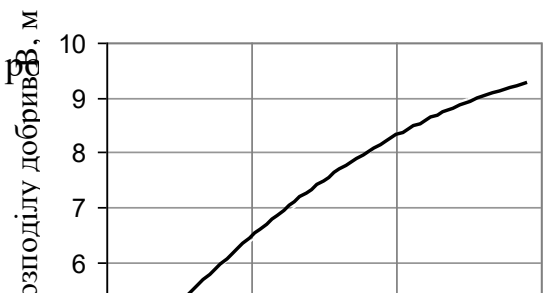


Рис. 3.9. Графік значення коефіцієнта парусності, а саме залежності розміру фракції частинки добрива на коефіцієнт парусності

а  
Рис. 3.10 Графічна залежність якісного розподілу добрива



(а) швидкості ротора (мається на увазі кутової) і його лопатки (саме розробленої нами форми) та (б) ширини розкидання органічного добрива від кутової швидкості при встановленій висоті шару органічних добрив 7 см.

### **Практичні роботи розпушувача**

Експериментальна практика роботи нового розпушувача (рис.3.11.) відбувалась на грунтах господарств Сумської області.

При розпушуванні по грунтах органічних добрив велися записи відповідності показників щодо : щільності , невідповідність нормам внесення, дальність розкидання добрив та час виконання робіт з заданою масою добрив.



Рис. 3.11. Розкидач ПРТ-10М  
новий з удосконаленою  
приставкою в задній частині

На цій машині було в ряд експериментальних робіт щодо внесення різних видів органічних добрив ( пташиний послід, гній.) ПРТ з'єднувався з тракторами відповідного класу МТЗ -82 та Т-150К. Для загрузки матеріалом був задіяний боковий навантажувач Т-156.



Рис. 3.12. Технологічний процес навантаження , транспортування та внесення добрив.

### Аналіз практичної роботи розкидача

Місткість води в органічних добрив при дослідженні становила 47%. Обробкою вихідних даних за дослідження було зроблено за допомогою Ексель.

Підраховали показник варіативності, а саме щільність по ширині на ґрунті у пропорціях%.

$$V = \frac{S}{X} \cdot 100 \quad \text{та} \quad X = \frac{1}{n_{\text{дек}}} \sum X_i$$

де S – відхилення, г.;

X – об'єм добрив в бункері ,г;

X<sub>1</sub> маса гною в бункері,г.; n- кількість бункерів

Стандартне кватратичне відхилення розраховуємо за виразом:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{дек}}} (X - X_i)^2}{n_{\text{дек}} - 1}}$$

Облікові витрати потужності розраховуємо N заг. за формулою:

$$N_{заг} = N_{зак} + N_e$$

Де  $N_{зак}$  – кривокова потужність, кВт;  $N_e$  - потужність , відповідає ВВП трактоора , кВт;

Гактова топужність розраховується

$$N_{зак} = \frac{P_{кр} v_p}{3.6}$$

Де,  $P_{зак}$  – тягове зусилля, кН;  $v_p$  - робоча швидкість машини, км/год.

Загальні показники праці агрегату заявлені в табл.3.1

Таблиця 3.1.

**Показники роботи досліджувального нами агрегату**

| Показник                                               | Значення   |
|--------------------------------------------------------|------------|
| Продуктивність за годину експлуатаційного часу, га/год | 1,9        |
| Вид та маса добрив у кузові агрегату, т                | 12         |
| Удосконалений робочий розкидальний орган               |            |
| Загальна та робоча ширина захвату, м                   | 10; 9..9,5 |
| Час потрачений на розкидання добрив, хвилин            | 15         |
| Нерівномірність по ширині та довжині розкидання, %     | 21; 7      |

В ході аналізу отриманих показників роботи експериментальної машини був запроваджений порівняльний метод між отриманими показниками та з наявними діючими в господарствах нашого краю. (табл. 3.2)

Таблиця 3.2

Відповідно до розрахованих показників ми побудували графік 3.13. на графіку відображено відхилення математичних та експериментальних даних.

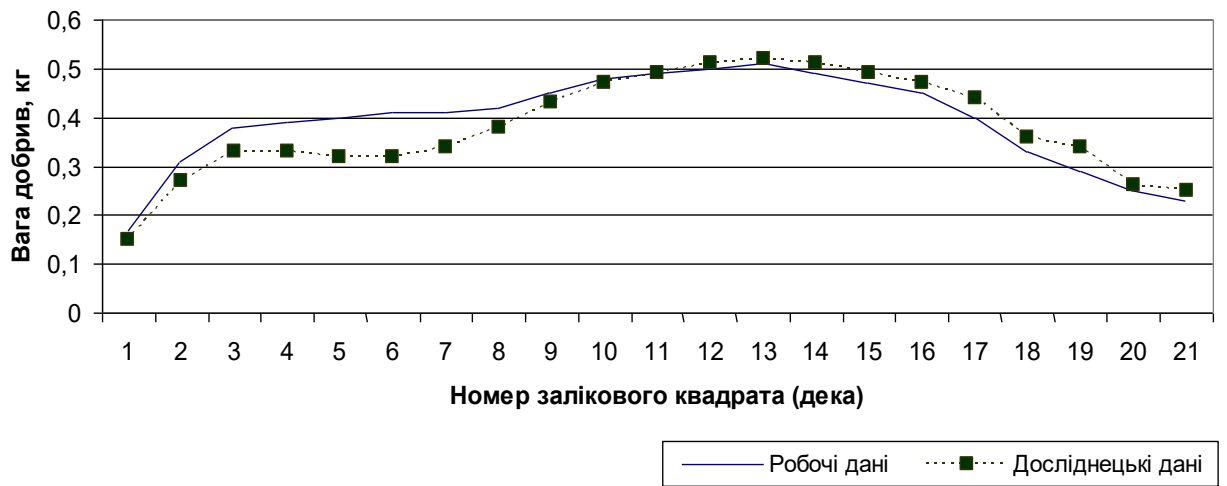


Рис. 3.13. Графік розподілу органіки по полю.

Проведений аналіз розрахунків та практичних робіт розкидача виявив нерівномірність (щільність) розкидання органіки по ґрунту.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено удосконалення серійного розкидача твердих органічних добрив для підвищення ефективності застосування органічних добрив в малих дозах завдяки обґрунтуванню раціональних параметрів розподільчого робочого органу навісного модуля з боковим викидом до розкидачів органічних добрив.

Перевалочна технологія дає можливість значно збільшити продуктивність розкидачів і зменшити їх кількість.

Аналізуючи результати досліджень розкидачів органічних добрив, можна спостерігати залежність ширини внесення від вантажопідйомності машини. Так, розкидачі органічних добрив, вантажопідйомність яких перевищує 15 т, мають ширину розподілу добрив 14 -17 м, а розкидачі з вантажопідйомністю до 12 т – 7-12 м

При зменшенні обсягів нагромадження гною та збільшенні обсягів нагромадження пташиного посліду виникає потреба в технічних засобах для внесення органічних добрив у малих дозах (до 10 т/га) з якісним розподілом по поверхні поля. Однак вітчизняне машинобудування не забезпечує належними технічними засобами.

Розкидачі органічних добрив закордонного виробництва мають досить високу вартість, а в деяких випадках для агрегування необхідно адаптований до розкидача трактор.

Розробка і виробництво удосконаленого пристрою для внесення органічних добрив у малих дозах до серійних розкидачів дає можливість зменшити витрати на придбання нової сільськогосподарської техніки та забезпечить якісний розподіл добрив в малих дозах.

На якість розподілу по поверхні ґрунту робочими органами суттєво впливають фізико-механічні властивості добрив, зокрема неоднорідність маси, вологість, парусність, коефіцієнт тертя та інші. Встановлено, що для забезпечення якісних показників роботи розкидача з удосконаленим

розподільним органом значення кутової швидкості ротора повинно становити  $53-57 \text{ с}^{-1}$ , при цьому швидкість руху агрегату може змінюватись у широких межах від 4 до 10 км/год.

За результатами польових досліджень встановлено витрати енергії під час роботи агрегату. Так при дозі внесення 10 т/га витрати потужності на ВВП трактора становили 10,6 кВт, а тягового зусилля 7,3 кН. Витрати пального в робочому режимі становили 19,05 л/год, а потужності на 1 м робочої ширини захвату 2,1 кВт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Машини для підготовки та внесення добрив [Електронний ресурс] // Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/2/2.htm>.
2. Засядько О. Техніка для органіки [Електронний ресурс] / Олександр Засядько // сайт (журнал): AgroTimes.ua. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://agrotimes.ua/article/tehnika-dlya-organiky/>.
3. Думич В. Мобільна техніка для внесення органіки [Електронний ресурс] / В. Думич, О. КУЛІШ // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9138-mobilna-tekhnika-dlia-vnesennia-orhaniky.html>.
4. Тарасенко О. Як покращити родючість ґрунту [Електронний ресурс] / О. Тарасенко // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур.. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/yak-pokrashhyty-rodyuchist-gruntu/>.
5. Розкидати гній – отримати високий урожай [Електронний ресурс] // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/rozkidati-gniy-otrimati-visokiy-urozhay>.
6. Ясенецький В. Розкидачі твердих органічних добрив [Електронний ресурс] / В. Ясенецький // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/rozkidachi-tverdih-organichnih-dobriv>.
7. Розкидати гній – отримати високий урожай [Електронний ресурс] // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/rozkidati-gniy-otrimati-visokiy-urozhay>.

8. Власова О. «За» і «проти» органічних добрив [Електронний ресурс] / О. Власова // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11810-za-i-proty-orhanichnykh-dobryv.html>.

9. Родючість ґрунтів: як визначити та покращити [Електронний ресурс] // ТзОВ «Тетра-Агро». Сайт <https://tetra-agro.com.ua/>. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: [https://tetra-agro.com.ua/news/rodyucist\\_gruntiv\\_yak\\_viznacity\\_ta\\_pokrashhiti?srsId=AfmBOopp1WSc3RRLWcvd3WAZT11apqDirbltUzEfU4Z9EW9o9Kj-Nnoq](https://tetra-agro.com.ua/news/rodyucist_gruntiv_yak_viznacity_ta_pokrashhiti?srsId=AfmBOopp1WSc3RRLWcvd3WAZT11apqDirbltUzEfU4Z9EW9o9Kj-Nnoq).

10. Патент 143576 України на корисну модель. МПК А01С 3/06 Відокремлювально-подрібнювальний барабан розкидача органічних добрив / Кудря В.О.(UA); Довжик М. Я. (UA); Калнагуз О. М. (UA); Горовий М.В. - u201911003; заяв. 08.11.2019; опубл. 10.08.2020, бюл. № 15/2020

11. Кудря В. О. Обґрунтування параметрів робочого органу роторно-лопатевого типу навісного модуля до розкидача органічних добрив: автореф. дис... канд. техн. наук. 05.05.11. Глеваха. 2015. 18 с.

12. Калнагуз О.М. Аналіз теоретичних досліджень процесу внесення добрив / Кудря В.О., Семерня О.В., Калнагуз О.М., Дядюра М.В. / Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. –с.303

13. Калнагуз О.М. Теоретичні дослідження робочих елементів розкидача добрив / Калнагуз О.М., Семерня О.В., Довжик М.Я. / Технічне забезпечення інноваційних технологій в АПК: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Мелітополь, 01-26 лютого 2021 р.) / ТДАТУ: ред.кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 229 с. (с.208).

14. Калнагуз О.М. Способи внесення добрив / Калнагуз О.М., Семерня О.В., Ломекін Д.С.// Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» Інноваційні розробки в

аграрній сфері. Том 2. (17-18 травня 2021 року) – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 463 с.(С.120-123).

15. Li, Bowei & Zhang, Congming & Qian, Yanjun. (2024). The application of organic fertilizers and farmers' income increase. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 39. 10.1017/S1742170524000176.

16. Yu, Dandan & Miao, Qingfeng & Shi, Haibin & Feng, Zhuangzhuang & Feng, Weiyang. (2024). Effects of Combined Application of Organic and Inorganic Fertilizers on Physical and Chemical Properties in Saline–Alkali Soil. *Agronomy*. 14. 2236. 10.3390/agronomy14102236.

17. Pameena, T & Priyatharshini, Pinthujan & Anchanadevi, S. (2024). EFFECTS OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS APPLICATIONS ON GROWTH AND YIELD OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*).

18. Adamchuk, V. & Pogorilyy, S. & Prysyzhnyi, V.. (2023). Efficiency of using technical equipment in the application of organic fertilizers. *MECHANICS and AUTOMATICS of AGROINDUSTRIAL PRODUCTION*. 38-43. 10.37204/2786-7765-2023-2-4.

19. Думич В. Машини для внесення органічних добрив [Електронний ресурс] / Василь Думич // *Агрономічний довідник для фермерів та агрономів*. Сайт "Агрономія сьогодні".. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronomy.com.ua/statti/2432-mashyny-dlia-vnesennia-orhanichnykh-dobryv.html>.

20. Кудря В.О. Результати лабораторних досліджень розподільного органу до розкидачів органічних добрив з боковим розсіюванням [Текст] / В.О. Кудря, О.М. Калнагуз // *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. НААН ННЦ «ІМЕСГ»*. - Глеваха, 2014. - Вип. 99. – С. 398-406.

21. Кудря В.О. Обґрунтування параметрів робочого органу роторно-лопатевого типу навісного модуля до розкидачів органічних добрив.- Дисертація канд. техн. наук: 05.05.11, Нац. акад. аграр. наук України, Нац.

наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва" (ННЦ "ІМЕСГ"). - Глеваха, 2015.- 240 с.

22. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник: О.М. Царенко, Д. Г. Войтюк та ін.; За редакцією С. С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.

23. Момот С. О. Машини для внесення органічних добрив – очікувані модернізації сільгосптехніки [Електронний ресурс] / С. О. Момот, А. П. Горбаньов // БДТУ. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/20831/1/2015-72.pdf>.

24. Рубець А. Техніка для внесення рідких органічних добрив, що допоможе зекономити при до-гляді за посівами. [Електронний ресурс] / А. Рубець, В. Демещук // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/yak-zekonomiti-na-vnesenni-dobriv-ta-doglyadi-za-posivami>.

25. Калнагуз О.М. Результати лабораторних досліджень розподільного органу до розкидачів органічних добрив з боковим розсіюванням [Текст] / В.О. Кудря, О.М. Калнагуз // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. НААН ННЦ «ІМЕСГ». - Глеваха, 2014. - Вип. 99. – С. 398-406.

# Додатки