УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Дідур В.В.
“___” _____ 2026 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Проєктування технології внесення добрив при вирощуванні цукрових буряків»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-з-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Владислав ВАНЮКЕВИЧ
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Умань – 2026

ЗМІСТ

Вступ…….. 4

РОЗДІЛ 1. Аналіз способів та засобів внесення міндобрив……...……. 6

1.1. Види добрив та способи їх внесення …….. 6

1.2. Машини для внесення добрив ……. 8

РОЗДІЛ 2. Розробка операційної технології внесення міндобрив при вирощування цукрових буряків ……..…….. 16

2.1. Характеристика умов роботи …….... 16

2.2. Основні агротехнічні вимоги ……. 16

2.3. Комплектування агрегатів …….. 17

2.4. Підготовка до роботи ……. 22

2.5. Контроль та оцінка якості …….. 23

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ……. 25

3.1. Правила безпечного зберігання і транспортування міндобрив ……. 25

3.2. Безпека праці при використанні міндобрив …… 28

РОЗДІЛ 4. Обгрунтування досягнутих результатів ……..…..……. 31

ВИСНОВКИ…….……. 33

Список використаної джерел……... 34

ВСТУП

Цукрові буряки займають важливе місце у сільськогосподарському комплексі та продовольчій політиці як України, так і багатьох інших країн. Ця технічна культура є не тільки основним джерелом столового цукру у помірному кліматі, але й постачальником цінної сировини для кормової галузі, біоенергетики та харчової промисловості. Завдяки високій врожайності та відносній стійкості до сезонних коливань, вирощування цукрових буряків забезпечує стабільні надходження для переробних заводів і сприяє стабілізації цін на внутрішніх ринках.

Для України, з її багатими чорноземами та традиціями цукроваріння, ця культура має особливе економічне та соціальне значення. Вирощування цукрових буряків створює робочі місця в сільській місцевості, зміцнює інфраструктуру агропромислового сектору та стимулює розвиток суміжних галузей — від логістики до переробки. Крім того, експорт продукції або її перероблених форм сприяє валютним надходженням і підвищенню регіональної економічної стійкості.

На глобальному рівні цукрові буряки виступають важливим доповненням до виробництва цукру з тростини, підвищуючи диверсифікацію постачань і зменшуючи вразливість світового ринку перед кліматичними ризиками або політичними шоками. Інновації в агротехнологіях, заходах захисту рослин і переробці дозволяють підвищувати енергоефективність, скорочувати використання води та добрив, а також знижувати викиди парникових газів на одиницю продукції.

Екологічний вимір включає роль цукрових буряків у сівозміні, покращенні структури ґрунту та боротьбі з ерозією, тоді як побічні продукти переробки (жом, пульпа) використовуються як кормові добавки або для виробництва біогазу, що підсилює циркулярність агровиробництва. Соціально-економічні аспекти охоплюють забезпечення зайнятості в селі, збереження демографічної структури регіонів та підтримку малих і середніх фермерських господарств.

Узагальнена статистика по вирощуванню цукрових буряків за останнє десятиліття. Світова посівна площа: ~5–6 млн га. Тренд: незначне скорочення в деяких регіонах через заміну тростиною та зміну рентабельності.

Світове виробництво (буряків): ~250–300 млн тон щорічно. Тренд: помірне коливання залежно від погодних умов і цін.

Середня світова врожайність: ~40–55 т/га (сильно варіює за країнами: від 30 т/га в менш розвинених регіонах до 70+ т/га у провідних виробників).Частка цукрових буряків у світовому виробництві цукру: близько 20–25% (решта — цукрова тростина).Україна — посівна площа: орієнтовно 0,3–0,6 млн га за різні

роки останнього десятиліття. Тренд: загальне скорочення площ у середині 2010-х з частковим відновленням у окремі сезони.

Україна — виробництво буряків: приблизно 10–25 млн тон на рік (великі коливання залежно від площ і врожайності).Середня врожайність в Україні: ~40–50 т/га (зростання у сучасні роки завдяки інтенсивним технологіям у господарствах).Продуктивність переробки: на 1 т буряків отримують близько 140–180 кг цукру (залежить від вмісту сухих речовин).Використання побічної продукції: жом і пульпу — до 30–50% від маси переробленої сировини, що активно використовуються як корм або для виробництва біогазу.

Економічна значущість: у країнах з розвиненою цукроварною промисловістю галузь дає суттєвий внесок у зайнятість сільської місцевості та валютні надходження (в окремі роки експорт продуктів переробки давав значну частку агроекспорту).

Ключові тренди за десятиліття: підвищення врожайності завдяки модернізації агротехніки та сортооновленню; коливання площ під впливом ринкових цін; зростаючий інтерес до побічних продуктів як джерела кормів і біоенергії; підвищення вимог до сталого використання ресурсів (вода, добрива) та зниження викидів.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

1.1 Види добрив та способи їх внесення.

Цукрові буряки — не просто ще одна культурна рослина в ротації полів. Це стратегічна культура, яка живить промисловість, забезпечує кормову базу, дає сировину для біоенергетики й підтримує економіку сіл. Щоб отримати від буряка максимум — високий урожай, високу цукристість і мінімальні втрати ресурсів — сучасна агротехніка все частіше спирається на тонко налаштовані системи живлення. Ось огляд видів добрив, способів їх внесення та практичних особливостей залежно від технології обробітку ґрунту.

Види добрив і їх сильні/слабкі сторони

- Мінеральні (N, P, K, комплексні NPK, мікродобрива). Переваги — швидка доступність елементів, простота нормування. Виклики — ризик вимивання азоту, викиди N2O, потреба в точних нормах і правильних термінах.
- Органічні (гній, компост, сидерати). Переваги — поліпшення структури ґрунту, накопичення органічної речовини, довготривала віддача поживи. Виклики — велика маса для транспорту, неоднорідність складу, ризик патогенів при неправильній підготовці.
- Повільно-вивільнювані добрива та інгібітори нітрифікації. Переваги — підвищення ефективності азоту, зниження втрат; виклик — дорожче рішення, треба підбирати під умови.
- Рідкі добрива і фертигація. Переваги — точне дробове живлення у фазах росту; виклики — інфраструктура зрошення, технічні витрати.
- Фоліарні підживлення. Переваги — швидке коригування дефіциту мікроелементів; виклики — тимчасовий ефект, залежність від погоди.
- Біопрепарати (PGPR, мікориза). Переваги — захист від стресів, підвищення доступності P і N; виклики — варіабельність ефекту, чутливість до агрохімії.

Способи внесення — що обрати та коли

- Базове прикореневе внесення (осінь/навесні): фосфор і калій мають бути закладені в ґрунт до посіву, щоб забезпечити старт рослині. Азот частково вносять базово, але основну норму краще ділити.
- Стрічкове (banding) біля насіння: локалізує ресурс поруч із коренем, підвищує ефективність азоту й фосфору, знижує контакт насіння з надлишком N.

- Дробне підживлення азотом у вегетації: найефективніший метод для підвищення врожаю і цукристості — частина при сівбі, решта в фазах інтенсивного росту листя та формування кореня.
- Фертигація: оптимальна для поливних зон — дозволяє доставляти поживні речовини дозовано, зменшує втрати.
- Фоліарні підживлення: застосовують для корекції мікроелементів і підвищення стресостійкості в кріtичні фази.

Особливості залежно від способу обробітку ґрунту

- Консервативний нульовий обробіток (No-till)
  - Переваги: збереження вологи, зниження ерозії, накопичення органіки на поверхні.
  - Добрива: переважно поверхневе внесення або локалізоване стрічкове внесення; рідкі форми і фертигація працюють добре. Азот у ризикованих зонах краще вводити з інгібіторами нітрифікації, щоб уникнути тимчасової нерівномірності доступності N у холодний сезон. Органіку слід добре компостувати перед внесенням, щоб уникнути проблем із розкладом.
  - Виклики: повільніша мінералізація органіки, потреба в адаптації норм добрив до зональної родючості.
- Зниження обробітку (Reduced tillage)
  - Переваги: баланс між структурою ґрунту і контролем бур’янів, краща аерація порівняно з no-till.
  - Добрива: комбіноване внесення — частина фосфору/калію закладається, N розподіляється фракційно; ефективні стрічкові та прикореневі технології.
  - Виклики: потреба в точному налаштуванні техніки для локалізації добрив.
- Традиційний/глибокий обробіток (plowing, deep tillage)
  - Переваги: рівномірне вмішування органіки і мінералів у профіль, швидша мінералізація.
  - Добрива: базове зароблення гною та мінералів в осінньо-весняний період є ефективним; стрічкове внесення при сівбі також дає добрий старт. Повільнорозчинні форми можуть бути менш потрібні при інтенсивній аерації, але інгібітори нітрифікації — корисні у зонах з ризиком вимивання.
  - Виклики: більші втрати вологи, ризик ерозії, потреба у відновленні структури за допомогою органіки.

Практичні рекомендації для аграрія, який прагне ефективності й стійкості

- Почніть з ґрунтового аналізу: NPK, pH, органічна речовина, доступні мікроелементи. Підбір добрив має базуватися на діагностиці, а не на стандартних нормах.
- Дробіть азотні норми: зменшіть базове внесення, доповнюйте у вегетації — так зростає коефіцієнт використання азоту і зменшуються втрати.
- Поєднуйте органіку і мінерали: органіка дає ґрунтову стабільність, мінерали — швидкий ефект.
- Використовуйте інгібітори нітрифікації у вразливих на вимивання зонах або при великих нормах N.
- Якщо працюєте за no-till або reduced tillage, віддавайте перевагу поверхневим або локальним методам внесення та фертигації; при глибокому обробітку — заробляйте органіку й базові мінерали в ґрунт.
- Інвестуйте в точне землеробство: змінні норми внесення, картографія поля, листкові тести й дистанційний моніторинг допоможуть економити добрива і підвищувати продуктивність.
- Інтегруйте біопрепарати як доповнення, але тестуйте їх ефект на власних полях.

Підсумок Сучасне живлення цукрових буряків — це баланс між ефективністю і відповідальністю: правильні види добрив, ретельне планування внесення і адаптація до системи обробітку ґрунту дають змогу отримати стабільні врожаї з високою цукристістю й мінімальним екологічним навантаженням. Впровадження інгібіторів, повільнорозчинних форм, фертигації та точного внесення стає не модою, а необхідністю для конкурентоспроможного та сталого виробництва.

1.2 Машини для внесення добрив.

Найпоширенішою технологією розподілу твердих мінеральних добрив на українських полях залишається дискова (відцентрова) схема. Вона залишається популярною саме завдяки простоті конструкції, надійності й відносно низькій вартості експлуатації: розкидачі не потребують складних зовнішніх приводів чи додаткових модулів, а робочий принцип — потрапляння гранул на обертові диски з лопатками і їх дальній «викид» по заданих траєкторіях — залишається ефективним для широкого спектра сипучих добрив.

За останні роки класичні дискові розкидачі значно оновилися: сучасні машини поєднують механічну простоту з електронною і гідравлічною інтелектуалізацією, що дозволяє досягати точної витрати, економії ресурсів та дбайливішого ставлення до ґрунту. Український ринок сьогодні пропонує широкий асортимент як вітчизняних агрегатів (наприклад, моделі ННЦ «ІМЕСГ» — МВД-9, МВУ-5СПРО,

МВД-4, МВД-0,5Т; «Агрохіммаш» — МРД-8, МРД-5М, МРД-5Г, МРД-1000; «Хмільниксільмаш» — МВД-900, МВД-0,7; «Тернопільський комбайновий завод» — МД-4,0 тощо), так і імпортні машини від провідних виробників. У господарствах ще експлуатують перевірені часом моделі МВУ-5, МВУ-6, МВУ-8, МВУ-12, котрі при належному техобслуговуванні демонструють довготривалу працездатність.



Рисунок 1.1 – Розкидачі мінеральних добрив серії ВІМ.

Технічна еволюція дискових розкидачів проявляється у низці конкретних рішень: електронні системи дозування (EMS) з автоматичним регулюванням норми та інтерфейсом ISOBUS для інтеграції з бортовими терміналами; індивідуальні гідро- або електроприводи дисків, що підтримують стабільну частоту обертання незалежно від навантаження; датчики ваги бункера та системи зважування для контролю фактичної витрати в реальному часі і автоматичної калібрувки; секційне перекриття й сегментація ширини захвату для точної роботи на краю поля та при суміжних культурах; шнекові і пасові транспортери в напівпричепних машинах для стабільної подачі добрив та мінімізації пилу; захист бункера тентами і просіювальні решітки для запобігання забрудненню й злежуванню гранул.

Сучасні класи агрегатів на ринку включають: легкі навісні розкидачі об’ємом 500–1 500 л для малих і середніх господарств; напівпричіпні та причіпні машини об’ємом 3 000–8 000+ л зі шнековими подачами, електронним контролем і широкими шинами для зниження тиску на ґрунт; великі високопродуктивні агрегати з можливістю роботи на швидкостях до 40–50 км/год при збереженні точності внесення.



Рисунок 1.2 – Розкидач мінеральних добрив Фаворит РДФ-1000.

Конструкційні підходи подачі добрив також удосконалюються: шнекові подачі забезпечують рівномірний потік до камери дозування; лійки з мішалками і індивідуальними заслінками над кожним диском дають змогу задавати різні норми для лівої та правої сторони; гумові паси й захищені канали зменшують потребу в щоденному техобслуговуванні.Адаптація типу розкидача до системи обробітку ґрунту є критичною для ефективності живлення та мінімізації втрат:

No-till / нульовий обробіток:

Рекомендовано: агрегати з закритою подачею (шнек/пас), локалізованим стрічковим внесенням або дискові машини з тонкою калібровкою й можливістю VRA; використання інгібіторів нітрифікації та повільнорозчинних форм азоту.

Обґрунтування: у безорних системах поживні речовини залишаються ближче до поверхні, мінералізація органіки може бути повільнішою, тому потрібне точне локальне внесення й дробове підживлення (за наявності зрошення — фертигація).

Reduced tillage / знижений обробіток:

Рекомендовано: комбіновані підходи — часткове заробляння фосфору/калію з поверхневим або стрічковим внесенням N; дискові розкидачі з секційною системою.

Обґрунтування: баланс між збереженням ґрунтової структури й забезпеченням контакту добрив із профілем.

Традиційний глибокий обробіток:

Рекомендовано: базове заробляння органіки й мінералів у шар ґрунту за допомогою шнекових або стрічкових систем; застосування широких шин і низького тиску для мінімізації ущільнення.

Обґрунтування: глибока оранка сприяє швидшому включенню добрив у профіль, але потребує уваги до ерозійних і ущільнювальних ризиків.

Інтеграція з технологіями точного землеробства є ключовою складовою сучасного оснащення: ISOBUS-термінали, GPS-контроль, карти VRA, датчики рослинної потреби (NDVI, N-sensors) і телеметрія дозволяють автоматично коригувати норми, відстежувати фактичні витрати і мінімізувати надлишкове внесення, особливо у зонах, прилеглих до водойм чи суміжних полів. Такі рішення суттєво зменшують екологічні ризики (вимивання нітратів, перенасичення), підвищують ефективність використання добрив і скорочують витрати.



Рисунок 1.3. Розкидач мінеральних добрив МВУ-8.

Порівняння вітчизняної та імпортної техніки підтверджує: за конструкційними принципами багато вітчизняних машин відповідають сучасним вимогам, мають привабливу вартість і просту сервісну логістику. Імпортні агрегати часто відзначаються вищою якістю виготовлення, розширеними електронними можливостями і довшою експлуатаційною життєздатністю, але їхня ціна може перевищувати вітчизняні аналоги у 2–4 рази. Практичне рішення для багатьох господарств — модернізація вітчизняної базової машини (встановлення ISOBUS-контролера, датчиків ваги, електроприводів дисків) або кооперативне використання імпортних агрегатів у періоди пікового навантаження.



Рисунок 1.4. Агрегат TWS 7000+Axera-H EMC фірми Rauch.

Аналіз розвитку конструкцій розкидачів добрив у провідних світових виробників з виділенням ключових інноваційних трендів і їх практичних наслідків для вітчизняного агровиробництва.

Основні гравці й їхні інженерні підходи

- Amazone
  - Конструкційні рішення: великі шнеково-дозуючі напівпричепи (ZG-B Ultra) з гідроприводом дисків, мультисекційними лійками, електронною системою Amatron/Isobus, датчиками тиску в гідросистемі та опцією мобільного стенду для калібрування.
  - Інновації: детальна секціонна сегментація; автоматичне калібрування за вагою; широкі шини для зниження тиску на ґрунт; інтеграція з картами VRA.
  - Практичний ефект: висока точність, зниження ущільнення, простота інтеграції у precision-farming.
- Rauch
  - Конструкційні рішення: комбінації шнекових бункерів TWS з дисковими розкидачами Axera-H EMC; електронна EMS-система з контролем обертів дисків, гідромотори з регулюванням тиску; розподіл потоків через заслінки.
  - Інновації: відмова від пробного внесення завдяки автоматичному контролю сипучості; адаптивне регулювання обертів дисків під навантаження; термінал Quontron/ISOBUS.
  - Практичний ефект: точність без попередньої калібровки, стабільність при різних нормах, ефективність на великих швидкостях.
- Kuhn / Vicon (часто конкурують і співпрацюють)

- Конструкційні рішення: напівавтоматичні системи дозування з електроприводом, мультидискові агрегати, інтегровані шнекові подачі, ISOBUS.
- Інновації: електричні приводні системи e-drive для швидкої реакції й точного регулювання, автоматичне закриття секцій, калібрувальні алгоритми в терміналі.
- Практичний ефект: оперативне управління нормою за GPS, зниження похибки при нерівномірних добривах.

- Sulky
  - Конструкційні рішення: шнекові напівпричепи, електроніка iTM/ISOBUS, гідравлічні та електропривідні диски, системи розпізнавання щільності добрива.
  - Інновації: фокус на енергоефективності та модульності (легко модернізувати під місцеві потреби).
  - Практичний ефект: гнучкість у виборі компонентів для різних господарств, збереження якості при високих об’ємах.
- Horsch
  - Конструкційні рішення: інтегровані агрегати для одночасного прикочування та локального внесення, стрічкові/стрічково-дискові системи для точного розміщення добрив.
  - Інновації: інтеграція техніки для внесення з висівом (strip-till, комбіновані секції); електронні картографи й датчики ґрунтових умов.
  - Практичний ефект: локалізоване внесення під рядок, підвищення ефективності NPK за рахунок прямого контакту з кореневою зоною.
- 

Рисунок 1.5. Розкидач ZG-B Ultra Hydro фірми Amazone.

Технологічні тренди у розвитку конструкцій

- Перехід на електроприводи дисків і заслінок (e-drive) — краща динаміка регулювання, простіше інтегрування з ISOBUS, менше механічних втрат.
- Масова інтеграція ISOBUS, телематики й GPS — картографування внесення, автоперекриття, VRA і дистанційний моніторинг.
- Секціонування і сегментація ширини захвату — зниження крапельних втрат при роботі на краях полів і біля водойм.
- Вдосконалені дозувальні камери: багатолійкові системи з мішалками, індивідуальні заслінки для кожного диска, датчики рівня й ваги бункера — автоматична калібровка і контроль.
- Переорієнтація на низький тиск на ґрунт: широкі шини, низькопрофільні підвіски, високий кліренс — мінімізація ущільнення.
- Розвиток стрічкових і локалізованих систем внесення (banding, strip-till, coulter applicators) — підвищення ефективності добрив і зниження втрат.
- Захисні покриття і матеріали (антикорозійні сталі, полімери) — довговічність проти агресивних солей у добривах.
- Автоматизоване калібрування та мобільні стенди — швидке поліпшення рівномірності без тривалих налаштувань у полі.
- Сенсорна інтеграція: N-sensors, NDVI-камери, датчики вологості/ґрунтового pH для реального часу VRA.

Наслідки для практики та рекомендації для модернізації вітчизняних машин

- Електрифікація приводів і встановлення ISOBUS-терміналів дають найбільш відчутний ефект у точності і контролі — рекомендується першочергово модернізувати приводи дисків і централізовано інтегрувати контролер.
- Установка датчиків ваги бункера й систем автоматичного калібрування знижує похибки дозування і усуває необхідність частих пробних розкидів.
- Секціонування та можливість перекривати сегменти — обов’язкові для відповідності екологічним вимогам і роботи на межах полів.
- Перехід на шнекові подачі у великих напівпричепних машинах підвищує стабільність подачі для різних фракцій добрив.
- Для господарств із no-till або strip-till актуальні локалізовані системи внесення (стрічкові сошники, coulter аплікатори) — інвестиція в такі розробки підвищує ефективність добрив і урожайність при знижених витратах.

Перспективні напрямки (R&D)

- Інтелектуальні адаптивні алгоритми VRA, що комбінують дані ґрунтової діагностики, супутникового моніторингу і показників бортових сенсорів.

- Повна електрифікація напівпричепів (напр., автономні електроприводи) для оптимізації енерговитрат і простоти інтеграції з тракторними електросистемами.
- Автономні малі розкидачі/роботи для точкових підживлень у критичних фазах росту та міжрядної роботи без ущільнення.
- Матеріали нового покоління для лопаток і дисків, що знижують знос і адгезію добрив.

Висновок: модернізація класичної дискової технології за допомогою електроніки, гідравліки і систем точного землеробства дозволяє значно підвищити рівень точності внесення, знизити витрати добрив і мінімізувати негативний вплив на довкілля. Тому дослідження роботи вітчизняних розкидачів (наприклад, МВУ-8) з фокусом на їхню модернізацію під системи VRA, ISOBUS і датчики ваги є актуальним. Завданнями подальшої роботи є: аналіз існуючих машин з позицій можливостей модернізації, розробка операційної технології для модернізованого агрегата, створення заходів з техніки безпеки при застосуванні електронних і гідравлічних систем та практична перевірка запропонованих рішень у полі.

Провідні компанії розвивають конструкції розкидачів у двох напрямках: (1) підвищення точності й автоматизації (ISOBUS, e-drive, датчики ваги, VRA, телеметрія) та (2) оптимізація механіки для роботи зі спеціальними технологіями (strip-till, локальне внесення, низький тиск на ґрунт). Для вітчизняних машин рентабельна стратегія — поетапна модернізація (електроприводи, ISOBUS-контролери, датчики ваги, секціонування) з огляду на локальні ґрунтово-кліматичні умови і економіку господарства.

РОЗДІЛ 2
РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

Правильне виконання механізованих робіт визначається операційною технологією. Операційна технологія є основним робочим документом, який вміщує перелік необхідних і обов'язкових правил виконання кожної технологічної операції на підставі аналізу умов роботи з урахуванням агронормативів і допусків, складу агрегату, режиму роботи, способу руху агрегату, правил підготовки поля до роботи агрегатів, оцінки якості роботи агрегатів, правил охорони праці і навколишнього середовища, встановлює порядок диференціювання оплати праці механізаторів.

2.1 Характеристика умов роботи

Цукровий буряк – внесення мінеральних добрив;
Площа – 200 га;
Довжина поля – 1000 м, ширина 2000 м;
Кут схилу і = 0,03;
Норма внесення – 0,6 т/га;
Відстань транспортування – 5 км;
Допустима робоча швидкість - до 10 км/год;
Технологічна схема внесення – прямоточна.

2.2 Основні агротехнічні вимоги

Вносити добрива необхідно в агротехнічні строки, дотримуватись встановлених доз висіву. Нерівномірність розподілення добрив по всій площі поля не повинна перевищувати 15%. Не допускаються розриви між суміжними проходами машини і необроблені ділянки поля. Вологість добрив, які вносяться повинна забезпечити нормальну роботу дозуючих пристроїв. Максимальне відхилення вологості від стандартної – не більше 2%.

2.3 Комплектування агрегату

Для внесення мінеральних добрив застосовують агрегат, в складі трактора Т-150К і розкидача МВУ-8. Ширина захвату агрегату - 12м. В даному випадку підбір складу агрегату зводиться до вибору робочої передачі, в межах агротехнічно допустимих швидкостей руху (7...10 км/год).

Таблиця 2.1 Експлуатаційна характеристика трактора Т-150К

Назва показника	Позначення	Одиниця виміру	Значення
Потужність двигуна	N_e	кВт	121,3
Номінальні оберти колін валу двигуна	$n_{двн}$	об/хв	2100
Експлуатаційна вага трактора	$G_{тр}$	кН	76
Радіус початкового кола ведучої зірочки	$\tau_з$	м	0,483
Витрати палива	$G_{год}$	кг/год	31,4
Передаточні числа трансмісії	$i_{тр}$ $i_{трI}$ $i_{трII}$ $i_{трIII}$ $i_{трIV}$ $i_{трV}$ $i_{трVI}$ $i_{трVII}$ $i_{трVIII}$ $i_{трIX}$		 64,9 55,41 48,61 41,4 29,8 25,2 22,2 19 -
Радіус обода колеса	r_0		0.305

Таблиця 2.2 Експлуатаційна характеристика МВУ-8

Показник	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Машина для внесення МД	МВУ-8	-	-
Експлуатаційна вага	$G_м$	кН	33
Ширина захвату	$B_к$	м	12
Робоча швидкість	$\upsilon_р$	км/год	7-10
Продуктивність	$W_{год}$	га/год	8,28

Тяговий опір агрегату визначаємо за формулою:

$$R_м = \left(G_{кр} + G_2\right) \cdot \left(f_{пр} \pm \frac{i}{100}\right), \qquad (2.1)$$

де $G_{кр}$ – маса незавантаженого розкидача, кН, $G_{кр} = 33$ кН;

G_2 – маса мінеральних добрив, кН, $G_2 = 100$ кН;

$f_{пр}$ – коефіцієнт опору коченню ходових коліс, $f_{пр} = 0{,}08$.

$$R_м = (33 + 100) \cdot \left(0{,}08 \pm \frac{1}{100}\right) = 11{,}97 \text{ кН}.$$

Сумарний приведений тяговий опір робочої машини, зв'язаний з втратою дотичної сили тяги трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності двигуна через ВВП. Опір приводу машини визначаємо за формулою:

$$R_{пр} = \frac{0{,}159 \cdot N_{ВВП} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{мг}}{r_к \cdot n_н \cdot \eta_{ВВП}}, \qquad (2.2)$$

де $N_{ВВП}$ – витрати потужності на ВВП, кВт, $N_{ВВП} = 6{,}4 + 4{,}2 = 10{,}6$ кВт;

$i_{тр}$ – передаточне відношення трансмісії трактора від двигуна до осі ведучих коліс;

$\eta_{мг}$ – механічний ККД трансмісії трактора від двигуна, $\eta_{мг} = 0{,}9$;

$\eta_{ВВП}$ – механічний ККД трансмісії ВВП;

$r_к$ – радіус кочення колеса трактора, м, $r_к = 0{,}575$ м;

$n_н$ – номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна, $с^{-1}$, $n_н = 36{,}7$ $с^{-1}$.

В діапазоні робочих швидкостей знаходяться передачі трактора 1, 2 і 3 з настурними значеннями передаточних чисел $i_{тр\,n_1} = 64{,}9$, $i_{тр\,n_2} = 55{,}4$, $i_{тр\,n_3} = 48{,}6$.

Тоді:

$$R_{пр\,n_1} = \frac{0{,}159 \cdot 10{,}6 \cdot 64{,}9 \cdot 0{,}9}{0{,}575 \cdot 36{,}7 \cdot 0{,}95} = 4{,}9 \text{ кН}.$$

$$R_{пр\,n_2} = \frac{0{,}159 \cdot 10{,}6 \cdot 55{,}4 \cdot 0{,}9}{0{,}575 \cdot 36{,}7 \cdot 0{,}95} = 4{,}2 \text{ кН}.$$

$$R_{пр} = \frac{0{,}159 \cdot 10{,}6 \cdot 48{,}6}{0{,}575 \cdot 36{,}7 \cdot 0{,}95} = 3{,}7 \text{ кН}.$$

Сумарний приведений опір робочої машини буде рівний:

$$R_а = R_н + R_{пр},$$

$$R_{ан1} = 12 + 4{,}9 = 16{,}9 \text{ кН}$$

$$R_{ан2} = 12 + 4{,}2 = 16{,}2 \text{ кН}$$

$$R_{ан3} = 12 + 3{,}7 = 15{,}7 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання нормального тягового зусилля трактора, визначаємо за формулою:

$$К_{вR} = \frac{R_{аг}}{Р_{крн}}, \quad (2.3)$$

де $Р_{крн}$ – нормальне тягове зусилля трактора, кН, $P_{крн1} = 41{,}6$ кН,

$P_{крн2} = 35{,}8$ кН, $P_{крн3} = 31{,}4$ кН.

$$К_{вR1} = \frac{16{,}9}{41{,}6} = 0{,}40$$

$$К_{вR2} = \frac{16{,}2}{35{,}8} = 0{,}45$$

$$К_{вR3} = \frac{15{,}7}{31{,}4} = 0{,}50$$

Враховуючи агротехнічні вимоги доцільно працювати на 3 передачі зі швидкістю 10 км/год, при номінальному швидкісному режимі, або при зниженому на 17% на 4 передачі. В даному випадку (обмеження швидкості і складу агрегату) приходиться працювати з низьким коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора. Продуктивність агрегату визначаємо за формулою:

$$W_{зм} = 0{,}1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot T_{зм}, \quad (2.4)$$

де $B_р$ – робоча ширина захвату, м;

$V_р$ – робоча швидкість руху, км/год;

$T_{зм}$ – час зміни, год.

Визначаємо позациклові витрати часу які нормуються за зміну за формулою:

$$T_2 = T_{пз} + T_ф + T_{пер}, \quad (2.5)$$

де $T_{пз}$ – час зупинок агрегату на виконання ТО, одержання наряду,

$T_{пз} = 0{,}14...0{,}3$ год.;

$T_ф$ – час зупинок по фізичним причинам, год., $T_ф = 0{,}03...0{,}05$ год.;

$T_{пер}$ – час який затрачується на переїзди, год.

Час який витрачається на переїзди за зміну визначається за формулою:

$$T_{пер} = \frac{W}{F_{сер}} \cdot \left(\frac{2 \cdot S_{сер}}{V_k} + t_n \right), \quad (2.6)$$

де W – теоретична продуктивність агрегату за зміну, га, $W = 84$ га;

$S_{сер}$ – відстань переїздів, км;

$F_{сер}$ – площа ділянки, яка обробляється за одну заправку, га;

t_n – час завантаження, 0,17 год.

$$T_{пер} = \frac{84}{26,6} \cdot \left(\frac{2 \cdot 5}{25} + 0,17 \right) = 1,8 \text{ год.}$$

Тоді:

$$T_2 = 0,15 + 0,25 + 1,8 = 2,2 \text{ год.}$$

Тривалість одного циклу визначаємо за формулою:

$$t_ц = t_{рц} + t_{хц} = \frac{2 \cdot L_p}{V_p} + \frac{2 \cdot l_{x\,сер}}{V_x}, \quad (2.8)$$

де $t_{рц}$ – час чистої роботи агрегату за цикл;

$t_{хц}$ – час який витрачається на повороти за цикл, год;

L_p – робоча довжина гону, м;

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 36 = 928 \text{ м.}$$

l_x – середня маса холостого хода, яка припадає на один робочий хід, м, $l_x = 52$ м.

$$t_ц = \frac{20,928}{10} + \frac{2 \cdot 0,052}{5} = 0,20 \text{ год.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо з виразу:

$$n_ц = \frac{T_{зм} - T_2}{t_ц}, \quad (2.9)$$

$$n_ц = \frac{7 - 2,2}{0,2} = 24 \text{ год.}$$

Час чистої роботи визначаємо за формулою:

$$T_p = t_{рц} \cdot n_ц, \quad (2.10)$$

$$T_p = 0{,}18 \cdot 24 = 4{,}32 \text{ год.}$$

Повний коефіцієнт використання часу зміни знайдемо за формулою:

$$r = \frac{T_p}{T_{зм}}, \tag{2.11}$$

$$r = \frac{4{,}32}{7} = 0{,}69$$

Тоді:

$$W_{зм} = 0{,}1 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 0{,}69 = 57{,}96 \text{ га.}$$

Погектарна витрата палива визначається за формулою:

$$g_{га} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{W_{зм}}, \tag{2.12}$$

де $G_p, G_x, G_0 -$ погодинна витрата палива відповідно на основній роботі, поворотах (заїздах, переїздах), зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

$G_p = 12{,}4$ кг/год; $G_x = 5{,}4$ кг/год; $G_0 = 1{,}1$ кг/год.

$T_x -$ час холостого руху агрегату на протязі зміни, год,

$$T_x = T_{пер} + T_{пов};$$

$T_0 -$ тривалість зупинок агрегату на протязі зміни, год.,

$$T_0 = T_{то} + T_{пд} + T_Д .$$

$$g_{га} = \frac{12{,}4 \cdot 4{,}32 + 5{,}4 \cdot (1{,}8 + 0{,}48) + 1{,}1 \cdot (0{,}15 + 0{,}25)}{57{,}96} = 1{,}16 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$З_{га} = \frac{1}{8{,}28} = 0{,}12 \text{ год.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 Техніко-економічна характеристика агрегату

Склад агрегату		Робоча		Продуктив-ність		Витрата палива, кг/год	Витрати праці на одиницю роботи, год.
Трактор	С.-г. машина	Передача	Швидкість, км/год	Погодинна, га	Змінна		
Т-150К	МВУ-8 з багатоканальними пневматичними органами	3-2	10	8,28	57,96	1,16	0,12

2.4 Підготовка до роботи

Провести щозмінне технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату. Відрегулювати розкидач на норму внесення добрив відповідно інструкцій. Перевірити та при необхідності відрегулювати натяг транспортера та ременів привода вентиляторів, гальмівну систему. Перевірити тиск в шинах коліс трактора та розкидача, при необхідності довести до нормального.

Оглянути поле, забрати або огородити перепони. Вибрати напрямок та раціональний спосіб руху. Відбити поворотні полоси.

Розраховані вище режими роботи зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Режими роботи агрегату

Найменування операції	Передача	Тривалість, хв.	Продуктив-ність, га.
Погрузка та транспортування мінеральних добрив.	IV тр	90	
Пробний прохід 50 м.	III роб	0,4	0,06
Перевірка якості роботи.		5	
Робочий хід (продовження).	III роб	5,0	1,14
Поворот.	III роб	0,2	
Робочий хід.	III роб	5,3	1,26
Поворот	III роб	0,2	
Разом: за один цикл		12,0	2,4
за 24 цикла		288	57,96
Перевірка якості роботи.		10	
Проведення технічного обслуговування.		15	
Зупинки по фізіологічним потребам.		15	
Разом за зміну.		420	57,96

2.5 Контроль та оцінка якості роботи

Контроль та оцінка якості роботи проводять в процесі виконання роботи, а також при прийманні та здачі після закінчення робіт. Оцінка якості внесення добрив приведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Оцінка якості внесення мінеральних добрив

Показник	Спосіб виміру	Градація нормативів	Бал
Відхилення від норми внесення, %.	Ввімкнути подаючий транспортер для заповнення висівної щілини. Після цього підстелити брезент та на протязі однієї хвилини прокручують. Висіяні добрива важать. Операцію повторяють не менше трьох разів.	До ± 5 До ± 10 Більше 10	3 2 0
Нерівномірність висіву, %.	Лотки розставити на ширину робочого захвату агрегату. Добрива зібрані напроти кожного лотка зважити і результати занести до відомості. Операцію повторюють не менше трьох разів.	До 10 До 25 Більше 25	3 2 1

Висновки до розділу.

1. Таким чином, розглянувши умови роботи агрегату, відповідно до агротехнічних вимог було скомплектовано агрегат у складі трактора Т-150К і розкидача МВУ-8. Було розраховано, що для визначеного агрофону агрегат повинен рухатись на 2 передачі зі швидкістю 10 км/год, годинна продуктивність при цьому буде складати 8,28 га/год, витрати палива 1,16 кг/год.

2. Описано підготовку поля та агрегату до роботи, визначено показники якості роботи агрегату.

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Правила безпечного зберігання і транспортування мінеральних добрив.

1. Загальні вимоги
- Дотримуйтесь нормативних документів і вимог виробника щодо зберігання й транспортування конкретного типу добрив.
- Призначте відповідальну особу за зберігання й перевезення, забезпечте інструктаж і запис про навчання персоналу.
- Підтримуйте порядок на складах і в автомобільних ємностях, не допускайте засмічення місць зберігання.
2. Умови зберігання
- Температура: зберігати при температурі, рекомендованій виробником (зазвичай сухе прохолодне місце), уникати заморожування/перегріву.
- Вологість: сухе приміщення або під навісом; захищати від дощу, талих вод і високої атмосферної вологи (тент, герметичні контейнери).
- Підлога: тверда, не просочувальна, з ухилом і дренажем; піддони або підкладки, щоб уникнути контакту упаковок із землею.
- Вентиляція: забезпечити природну або механічну вентиляцію для уникнення накопичення пилу та парів.
- Освітлення: вибирати вибухобезпечне при зберіганні пилоподібних або горючих сумішей.
3. Розміщення й сортування
- Розділяти різні види добрив за класами (N, P, K, суміші, аміачні, хлоридні тощо) та за реактивністю.
- Не зберігати разом з сильними окиснювачами, кислотами, лужними реагентами, пальним, легкозаймистими матеріалами, продуктами харчування, кормами.
- Дотримуватись відстаней між штабелями: проходи для доступу й пожежного обладнання.
- Чітко маркувати місця зберігання й стелажі, забезпечити видимі знаки заборони паління.
4. Упаковка та маркування
- Використовувати цілі, непошкоджені упаковки/контейнери, що відповідають стандартам.

- На упаковці має бути етикетка з назвою, складом, датою виробництва/терміном придатності, інструкціями з безпеки, умовами зберігання та контактом виробника.
- Заборонено пересипати добрива у невідповідні ємності або змінювати маркування.

5. Пожежна безпека

- Заборонено паління, використання відкритого вогню, іскроутворювального інструменту біля місць зберігання.
- Оснастити склад первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники відповідного типу, піскові/інертні покриття) і проводити регулярні перевірки.
- Для окремих видів (напр., селітри) передбачити спеціальні заходи: контроль температури, вогнезахист, уникайте нагрівання і забруднення органікою.

6. Захист від корозії та взаємодії

- Не допускати контакту мінеральних добрив з металевими поверхнями, що можуть сприяти корозії; використовувати антикорозійні піддони/покриття.
- Уникати змішування різних гранул чи порошків у бункерах і транспорті без попередньої сумісної перевірки.

7. Транспортування

- Перевезення здійснювати спеціалізованим транспортом або в заводській упаковці; закріпити вантаж, щоб уникнути переміщення.
- Закривати тентами/кришками бункерів; не допускати потрапляння опадів у відкриті насипи.
- Дотримуватись осьових навантажень і інструкцій по завантаженню; використовувати піддони та фіксатори.
- Водій і супровідний персонал повинні мати інструктаж з безпеки, засоби індивідуального захисту (PPE), аптечку і контактні номери для надзвичайних ситуацій.
- При перевезенні небезпечних за класифікацією добрив застосовувати правила ADR/дозволи, спеціальні знаки й супровідні документи.

8. Засоби індивідуального захисту (PPE)

- Для роботи зі сипучими/пилоподібними добривами: респіратор або маска зі ступенем захисту від пилу, захисні окуляри, рукавиці, захисний одяг, водонепроникні чоботи.
- При роботі з концентрованими або корозійними розчинами — захист очей і обличчя, фартухи, спеціальні рукавиці.

9. Заходи при розливах/аваріях

- Негайно евакуювати людей з небезпечної зони, позначити місце, повідомити відповідальних.

- Ліквідувати джерело витоку (закрити клапан, прикрити тару), уникати іскроутворення.
- Сухі розливи збирати лопатами/вилами до герметичних мішків; не допускати змивання у водні об'єкти. Для рідких — використовувати сорбенти; збирати у відповідні ємності для подальшої утилізації.
- Забезпечити захист навколишніх водойм: створити бар’єри, використовувати поглинаючі матеріали.
- Повідомити екологічні служби, протоколювати інцидент, провести очищення та дезактивацію місця.

10. Утилізація та повернення тари
- Використану або пошкоджену тару утилізувати відповідно до місцевих правил (не спалювати, не викидати у довкілля).
- Порожні мішки очищати від залишків добрив і за потреби утилізувати або використовувати за призначенням згідно з інструкцією.
- Накопичення відходів і залишків добрив зберігати в маркованих ємностях і передавати організаціям-утилізаторам.

11. Документація і маркування
- Вести облік надходжень і витрат добрив, журнали зберігання, результати інструктажів та інструкції з аварійних ситуацій.
- Транспортаційні документи (накладні, сертифікати, паспорти безпеки — SDS/MSDS) мають супроводжувати вантаж і бути доступними водієві та відповідальним особам.

12. Навчання і інспекції
- Проводити регулярні (не рідше разу на рік) навчання персоналу з правил зберігання, транспортування та аварійної готовності.
- Регулярно (щомісяця/квартально в залежності від ризику) перевіряти стан складів, тару, систему вентиляції, наявність засобів пожежогасіння і аварійних комплектів.

13. Специфічні застереження для окремих видів добрив
- Аміачні/аміачна селітра: уникати контакту з органічними матеріалами і легкозаймистими речовинами; контролювати температуру й вологість; не зберігати поруч з матеріалами, що викликають корозію.
- Кислі/лужні розчини (рідкі добрива): зберігати в ємкостях, стійких до корозії; мати нейтралізатори й засоби для промивання очей/шкіри.
- Хлоридкалій та інші гігроскопічні солі: захищати від вологи, не зберігати в мішках прямо на землі.

14. Рекомендація щодо аудиту ризиків

- Перед організацією складу або перевезення провести аудит ризиків: класифікувати добрива за небезпечними властивостями, визначити шляхи потенційного потрапляння у довкілля та складати план заходів з мінімізації.

3.2. Безпека праці при використанні мінеральних добрив

1. Загальні вимоги
- Призначити відповідальних за робочі місця, завантаження/внесення та контроль техніки; вести журнали інструктажів.
- Забезпечити інструкції з безпеки для кожного виду добрив та кожного виду робіт (зберігання, завантаження, транспортування, внесення, приготування розчинів).
2. Особисті засоби захисту (PPE)
- Обов’язково: респіратор або маска від пилу (FFP2/FFP3 при інтенсивній пиловиділеності), захисні окуляри, рукавиці (хімстійкі для рідких і міцні для сипучих), захисний комбінезон/робочий одяг, водонепроникні чоботи.
- При роботі з концентрованими розчинами — щиток для обличчя, гумові фартухи, довгі рукавички з подовженими манжетами.
3. Організація робочого місця
- Підхідні шляхи й робочі зони утримувати чистими; прибирати пролиті матеріали негайно; заборонити куріння та відкритий вогонь.
- Забезпечити доступ до води для миття та душового обладнання; в місцях роботи з рідинами — наявність нейтралізаторів.
- Маркування небезпечних зон, наявність інструкцій із першої допомоги і номерів швидкої/служб пожежогасіння.
4. Техніка безпеки при завантажувально-розвантажувальних операціях
- Використовувати механізми (шнеки, конвеєри, насоси) замість ручної перекладки, мінімізувати підняття тяжкості.
- При ручній роботі дотримуватися правил підйому, обмеження по вазі для одного працівника.
- Переконатися в надійності кріплень, стабільності платформи та відсутності пошкоджень тари перед підняттям.
5. Безпека під час внесення добрив (розкидачі, шнеки, оприскувачі)
- Сервісну і регулювальну роботу проводити тільки при вимкненому двигуні та відключеному гідроприводі (блокування від випадкового запуску).
- Не підходити до робочих органів під час роботи машини; дотримуватися зон огородження.

- Перевіряти наявність та справність кожного захисного кожуха та екрану; замінювати зношені лопатки/паси тільки з відключеним приводом.
- При роботі з розкидачами дотримувати швидкість та норми, визначені інструкцією; перед виїздом на поле перевіряти герметичність бункера і кріплень.

6. Робота з рідкими добривами та приготування розчинів
- Додавати добриво до води, а не воду до добрива; змішування проводити у добре вентильованих ємностях, у захисному одязі.
- Використовувати дозувальні насоси із захистом від протікання; уникати попадання розчинів на шкіру та в очі.
- Заборонено змішування хлорвмісних і аміачних препаратів без інструкції — можливі реакції з виділенням отруйних газів.

7. Гігієна праці
- Мити руки, обличчя і відкриті ділянки тіла після закінчення роботи та перед їжею; не вживати їжу і не курити на робочому місці.
- Зберігати робочий одяг окремо від домашнього; проводити регулярне прання та очищення.

8. Навчання і інструктажі
- Провести первинний інструктаж при працевлаштуванні та повторний щонайменше раз на рік; спеціальний інструктаж перед сезонними роботами.
- Навчити персонал надавати першу допомогу при опіках, попаданні в очі, інгаляції пилу чи парів.

9. Аварійні ситуації та перша допомога
- При попаданні в очі: промивати чистою водою не менше 15–20 хвилин; негайно звернутися до лікаря.
- При контакті з шкірою: змити великою кількістю води, зняти забруднений одяг; при подразненні звернутися до медпункту.
- При інгаляції: винести потерпілого на свіжий повітря, при порушенні дихання — штучне дихання та виклик швидкої.
- Мати на робочому місці набори для промивання очей, нейтралізатори, аптечку та інструкції з дій при розливах.

10. Огляд і технічне обслуговування машин
- Регулярні (за графіком) огляди стану дисків, лопаток, приводів, шлангів і з’єднань; усунення дефектів до початку робіт.
- Виконувати калібрування дозаторів у безпечних умовах; перевіряти електро- та гідросистеми на наявність утечок.
- Обслуговування гідравліки і електроприводів проводити кваліфікованим персоналом.

11. Робота з окремими видами добрив — специфічні застереження

- Аміачна селітра (нітрат амонію): уникати змішування з органічними матеріалами, паливом або маслами; контролювати нагрівання і зберігати в сухому прохолодному місці; заборонено використання при пошкодженні пакування без спецзгоди.
- Карбамід (сечовина): уникати запиленості; запобігати контакту з очима; зберігати подалі від джерел вологи.
- Хлоридкалій і інші гігроскопічні солі: захищати від вологи, уникати ковзання на розсипаних кристалах.
- Рідкі концентрати (аміачні розчини, розчини NPK): використовувати хімстійкі ємності, запобіжні клапани та контроль тиску; працювати в рукавицях і окулярах.

12. Психофізіологічні вимоги до персоналу
- Забезпечити адекватні перерви, режим роботи і відпочинку при інтенсивних сезонних роботах; запобігати втомі, що призводить до помилок.
- Заборонити роботу під впливом алкоголю або наркотичних засобів.

13. Документація
- Мати доступ до паспортів безпеки (SDS/MSDS) на всі використовувані добрива; зберігати журнали інструктажів, записи про техогляди та аварії.
- Фіксувати випадки отруєнь, підозрілі реакції чи несправності машин і вживати заходів для усунення причин.

14. Контроль та аудит
- Регулярно проводити внутрішні аудити з охорони праці; за результатами — коригувати інструкції, графіки техобслуговування і навчання персоналу.
- Забезпечити можливість зовнішньої перевірки (пожежна інспекція, санітарний контроль) та виконувати їхні приписи.

РОЗДІЛ 4
ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для обґрунтування досягнутих результатів застосовано порівняння прямих затрат при використанні машини для внесення мінеральних добрив МВУ-8 для звичайної та удосконаленої операційної технологій внесення добрив даною машиною. Розроблена операційна технологія внесення мінеральних добрив дозволяє підвищити продуктивність агрегату за одиницю часу за рахунок оптимально вибору передачі трактора, руху та розворотів агрегату збільшивши таким чином коефіцієнт використання часу виконання операції.

Економічні показники, які характеризують ефективність застосування удосконаленої операційної технології, визначали відповідно до стандартної методики [8].

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності удосконаленої операційної технології.

Показник	Існуюча операційна технологія	Удосконалена операційна технологія
Марка енергетичного засобу	Т-150К	Т-150К
Марка с.-г. машини	МВУ-8	МВУ-8
Номінальна потужність двигуна енергозасобу, кВт	121,5	121,5
Вартість трактора, грн.	1000000	1000000
Річне завантаження трактора, год.	1600	1600
Сумарні відрахування на трактор (амортизація, ТО та поточний і капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Вартість розкидача мінеральних добрив, грн.	1400000	1400000
Річне завантаження машини, год.	400	400
Сумарні відрахування на пристрій (амортизація, ТО та поточний та капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Продуктивність агрегату, га/год	7,80	8,28
Заробітна плата, грн./год.	125,00	125,00
Витрата палива, кг/га	2,21	1,16
Ціна палива, грн.	50,00	50,00

Складові витрати коштів на внесення мінеральних добрив та їх суму наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Розрахунок показників економічної ефективності впровадження операційної технології при використанні розкидача мінеральних добрив

Показник	Існуюча операційна технологія	Удосконалена операційна технологія
Затрати праці, люд.-год/га	0,13	0,12
Заробітна плата, грн./га.	16,03	15,10
Вартість палива, грн./га	88,40	46,40
Відрахування на реновацію та капітальний ремонт трактора та с.-г. машин, грн./га;	128,96	121,48
Відрахування на поточний ремонт та ТО трактора і с.-г. машин, грн./га.	55,88	52,64
Сумарні прямі експлуатаційні витрати, грн./га	289,27	235,62
Економія прямих експлуатаційних витрат на гектар насаджень, грн./га	530,64	
Економічний ефект на площі 100 га, грн	53640,00	

Застосування розкидача мінеральних добрив в розробленій операційній технології основного внесення мінеральних добрив забезпечує економію коштів в порівнянні з існуючою операційною технологією забезпечує економію коштів 530,64 грн. на гектар.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд існуючи машин для основного внесення мінеральних добрив показав основні переваги зарубіжних розкидачів над вітчизняними

- Вища якість виготовлення і точність складання — менше дефектів, довший ресурс.
- Розвинута електроніка (ISOBUS, EMS, телеметрія) — точне дозування, VRA, інтеграція з датчиками і картами.
- Електроприводи та гідросистеми з кращою регуляцією обертів дисків — стабільність роботи при зміні норми.
- Секціонування і автоматика краю поля — менше втрат і краща екологічна безпека.
- Широка гамма опцій (датчики ваги, автоматичне калібрування, мобільні стенди) — швидке налаштування й менше польових тестувань.
- Продумані шасі, широкі шини та низький тиск на ґрунт — знижене ущільнення і краща прохідність.
- Сучасні матеріали та антикорозійні покриття — стійкість до агресивних добрив, менше корозії.
- Краща сервісна підтримка і мережа запчастин у регіонах, де присутні бренди.
- Розвинені R&D-рішення (strip-till інтеграція, локалізоване внесення) — вищі агрономічні результати при оптимальних витратах.

2. Таким чином, розглянувши умови роботи агрегату, відповідно до агротехнічних вимог було скомплектовано агрегат у складі трактора Т-150К і розкидача МВУ-8. Було розраховано, що для визначеного агрофону агрегат повинен рухатись на 2 передачі зі швидкістю 10 км/год, годинна продуктивність при цьому буде складати 8,28 га/год, витрати палива 1,16 кг/год.

3. Описано підготовку поля та агрегату до роботи, визначено показники якості роботи агрегату.

4. Розроблено заходи охорони праці при зберіганні, навантажені, транспортуванні та внесенні твердих мінеральних добрив мобільними розкидачами добрив з розкидними робочими органами.

5. Застосування розкидача мінеральних добрив в розробленій операційній технології основного внесення мінеральних добрив забезпечує економію коштів в порівнянні з існуючою операційною технологією забезпечує економію коштів 53,64 грн. на гектар.

Список використаної літератури

1. Система удобрення в інтенсивному буряківництві: на що потрібно зважати // https://tonnaplus.com/news/sistema-udobrennya-v-intensivnomu-buryakivnictvi-na-shcho-potribno-zvazhati

2. https://agrotest.com/article/rekomendatsiyi-po-vnesennyu-dobriv/.

3. Войновський В. В., Куянов В. В., Миропольський О. М. Техніка для внесення твердих і рідкихмінеральних добрив різними способами. // Техніка і технології в АПК. – 2021. № 3 (120). С. 18-22.

4. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Розвиток та вдосконалення розкидачів мінеральних добрив //Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2017. – №. 2. – С. 24-29.

5. Новітні енергетичні засоби та сільськогосподарські машини: підруч./О.С. Пушка, А.В. Войтік, В.В. Кравченко, Т.О. Кутковецька. - Умань : Видавець "Сочінський М.М.", 2018. - 244 с.

6. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт,; за ред. А.Ф. Головчука. –К.: Грамота, 2007. — 360 с.

7. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І Марченко, В.Ф. Орлов. - К.: Грамота, 2005. – 575 с.

8. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.

9. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар; За ред. І.І. Мельника. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2005. – 192 с.

10. Працеохоронні засади у схемах, таблицях і графіках: Посібник / Укл. Войналович О.В. – К.: Основа, 2009. – 88 с.

11. Ільченко В.Ю. Машино використання в землеробстві / В.Ю. Ільченко Ю.П.Нагірний, Підручник. – К.: Київ Урожай. 1996, 375с.