

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” 2023 р.

Зав. кафедри, к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)

(назва освітнього рівня)

тема проекту «Удосконалення операційної технології внесення добрив при
виробництві цукрових буряків»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208«Агроінженерія»
_____ Біленко Р.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник - к.т.н., доцент Кравченко В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань - 2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії
Освітня програма _____ бакалавр
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Войтік А.В.**

“ _____ ” _____ **202_ р.**

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту _____ **Біленку Ростиславу Анатолійовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Удосконалення операційної технології внесення добрив при виробництві цукрових буряків»

керівник проекту _____ **Кравченко В.В., к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“12” травня 2023 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до роботи: існуючі машини для внесення твердих мінеральних добрив

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
аналіз існуючих конструкцій машин для внесення твердих мінеральних добрив;
розробити операційну технологію роботи агрегату для внесення твердих
мінеральних добрив при вирощуванні цукрових буряків; обґрунтування досягнутих
результатів.

5. Ілюстративний матеріал:
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як
додаток до доповіді за темою дипломного проекту:

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	04.12.22 р.	
2.	Розділ 1.	05.03.23 р.	
3.	Розділ 2.	04.04.23 р.	
4.	Розділ 3.	03.05.23 р.	
5.	Розділ 4.	15.05.23 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	30.05.23 р.	
7.	Представлення роботи керівнику на перевірку	30.05.23 р.	

Студент

(підпис)Біленко Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)Кравченко В.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	7
1.1. Види добрив та способи їх внесення	7
1.2. Машини для внесення добрив.....	9
1.3. Висновки і завдання досліджень.....	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ..	18
2.1. Характеристика умов роботи	18
2.2. Основні агротехнічні вимоги	18
2.3. Комплектування агрегату	19
2.4. Підготовка агрегату до роботи	25
2.5. Підготовка поля до роботи	25
2.6. Режим роботи агрегату	25
2.7. Контроль та оцінка якості роботи	26
2.8. Висновки до розділу	27
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ	28
3.1. Правила безпечного зберігання і транспортування мінеральних добрив	28
3.2. Безпека праці при використанні мінеральних добрив	29
3.3. Висновок до розділу	30
РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	31
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Для утворення 1 т врожаю коренеплодів цукрові буряки виносять з ґрунту близько 5,0-6,0 кг азоту, 2,0-2,5 - фосфору, 6,0-7,0 кг калію, що значно більше, ніж інші культури. Отже, за урожайності коренеплодів 50 т/га та відповідної кількості гички рослинам цукрових буряків потрібно: 250-300 кг азоту, 100-125 - фосфору та 300-350 кг калію. Потреба у таких елементах живлення, як кальцій, магній та сірка в кількісному відношенні є нижчою, ніж у наведених вище основних елементах, але все ж значною. Особливо вибагливі рослини культури до таких мікроелементів, як бор та марганець [1].

Сучасне землеробство характеризується інтенсивною мінералізацією органічної речовини і дегуміфікацією орних земель. Свідченням цього є прискорення темпів мінералізації гумусу, і як наслідок - його втрати за останні 100 років сягають у зоні Степу 19,5%, Лісостепу - 21,3 і на Поліссі - 18,0%. Водною і вітровою ерозією щороку в Україні виноситься в середньому 15 т/га, а на всій території - 740 млн т родючого ґрунту, що містить близько 24 млн т гумусу, 0,7 - рухомого фосфору, 0,8 - калію, 0,5 млн т азоту та багато інших елементів живлення. Із 33 млн га орних земель в Україні 56% мають низький вміст рухомого цинку, 25 - рухомого бору, 8% - рухомої міді.

Відтак, багато ґрунтів районів бурякосіяння, враховуючи їхню родючість, не можуть задовольнити потребу цукрових буряків в елементах мінерального живлення. Отже, з'являється необхідність у додаткових джерелах збагачення ґрунту поживними речовинами, найдієвішим з яких є внесення добрив (органічних, мінеральних) з урахуванням ґрунтовокліматичних умов та фізіологічної потреби культури.

Цукрові буряки споживають елементи живлення протягом вегетації не рівномірно. У початковий період росту — відносно невелику кількість азоту, фосфору і калію. Для стрімкого розвитку рослин на ранніх фазах росту цукрові буряки мають бути забезпечені в достатній кількості легкодоступним фосфором.

Це дає змогу рослинам сформувати добре розвинену кореневу систему та, відповідно, підвищити поглинання елементів живлення.

У період інтенсивного росту листя значно збільшується споживання азоту. Під час формування коренеплодів та в період інтенсивного цукроутворення та цукронакопичення рослинам потрібно помірне азотне, але підвищене фосфорне і особливо калійне живлення.

У формуванні врожаю цукрових буряків, під час процесу цукронакопичення, важливу роль відіграють такі мікроелементи, як бор і марганець. Фази 4–6 та 10–12 справжніх листків є критичними по бору, 10–12 справжніх листків — по марганцю.

З огляду на вищезазначені особливості живлення цукрових буряків у систему удобрення слід включати такі технологічні елементи, що дають змогу максимально підвищувати продуктивність культури, як от: передпосівну обробку насіння комплексом мікроелементів, ґрунтове внесення мінеральних добрив з легкодоступними формами елементів живлення та систему листкових підживлень для максимального розкриття потенціалу культури.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

1.1 Види добрив та способи їх внесення.

Річна норма добрив під цукровий буряк може вноситись у різні терміни та різними способами. Терміни та методи застосування добрив мають забезпечувати найкращі умови живлення рослин протягом усієї вегетації та отримання найбільшої окупності поживних речовин урожаєм.

Розрізняють три способи внесення добрив: допосівний (основне), припосівний (в рядки, лунки) та післяпосівний (підживлення в період вегетації) [2]. В основне внесення (внесення добрив перед посівом) вносять більшу частину загальної норми мінеральних добрив, що застосовуються під цукровий буряк. Внесення проводять восени або навесні, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, а також від особливостей культури та застосованих добрив. Мета основного внесення – забезпечити живлення рослин протягом усього періоду вегетації. Внесення добрив врозкид відбувається шляхом розкидання гранульованих або сухих мінеральних добрив по поверхні з подальшим загортанням їх у ґрунт плугом, культиватором або дисковими боронами. Цей спосіб повинен забезпечувати рівномірний розподіл добрив по всій площі поля.

При локальному внесенні (стрічкове) добрива розміщують у зоні розвитку кореневої системи з метою підвищення коефіцієнта використання живильних речовин. Локальне (стрічкове) внесення добрив характеризується високою якістю розподілу елементів живлення у ґрунті. Нерівномірність розподілу добрив за локального внесення не перевищує 8-10%. Локальне внесення добрив впливає на формування кореневої системи рослин, їх живлення, розвиток та створення нового врожаю. При локальному способі зростання коренів в області внесення добрив посилюється, але загальна маса їх може змінюватися незначно або залишається незмінною, а розвиток кореневої системи в основному відбувається в збагачених поживними речовинами зонах. У зв'язку з підвищенням коефіцієнтів використання

поживних речовин при стрічковому внесенні оптимальні дози добрив знижуються на 25-50%. Допосівне локальне добриво розміщують у ґрунті стрічками: добрива закладають у ґрунт у вигляді стрічок шириною 2-4 см по наступним рядкам цукрових буряків на глибину 8-15 см залежно від ґрунтово-кліматичних умов та оброблюваної культури. Стрічка локалізованого добрива знаходиться нижче насінневого ложа. На насіння при проростанні негативно впливає висока концентрація елементів живлення у стрічці. Необхідно запобігати контакту насіння з добривом, але при цьому не допускати надмірного видалення їх від стрічки.

Припосівне добриво (стартове) Припосівне добриво вносять при посіві насіння безпосередньо в ряди (лунки, гнізда) або закладають стрічками на деякому віддалі від нього. Припосівне добриво забезпечує живлення молодих рослин у період, коли вони ще не мають потужної кореневої системи та погано використовують елементи живлення з ґрунту. Зазвичай вносять мінімальну дозу добрив, щоб уникнути в ґрунті (в районі молодого коріння) високої концентрації поживних речовин. Елементи живлення з добрив, внесених у ряди на глибину посіву насіння, використовуються більшістю рослин тільки в перший період росту, тому їхня доза повинна бути невисокою. Припосівне добриво, розраховане головним чином на забезпечення рослин легкодоступними формами елементів живлення в початковий період їхнього життя, має велике значення і для подальшого розвитку рослин. Завдяки такому внесенню рослини швидше розвиваються і легше переносять тимчасову посуху, менше пошкоджуються шкідниками та хворобами, краще пригнічують бур'ян. Припосівне внесення до ряду невеликих доз мінеральних твердих і рідких добрив – це найбільш ефективний спосіб їх застосування, оскільки забезпечує більш високі збільшення врожаю на кожну одиницю внесеного добрива. Припосівне добриво ефективне у всіх ґрунтово-кліматичних зонах під більшу частину культур. Найбільша ефективність проявляється на ґрунтах невисокої родючості з низькими запасами елементів живлення.

Післяпосівне внесення добрив (підживлення) Підживлення в період вегетації застосовують як доповнення до основного та припосівного добрива з метою

збільшення живлення рослин у період найбільш інтенсивного споживання ними поживних речовин. Роль підживлення зростає, якщо з будь-яких причин добрива до посіву не застосовувалися або вносилися у недостатній кількості. У підживлення добрива вносять врозкид (ранньовесняне підживлення озимих), у міжряддя просапних та овочевих культур із закладкою в ґрунт при подальшій міжрядній обробці або фоліарно (наприклад, мікроелементи у вигляді розчину солей). Загальні положення при проведенні підживлення: 1) при кореновому підживленні – розміщення добрив в безпосередній близькості від кореневої системи (в борозни вздовж ряду рослин або навколо них), з подальшим після внесення поливом (використовуються добре розчинні у воді добрива); 2) при некореновому підживленні – обприскування рослин розчинами слабкої концентрації, щоб уникнути опіків листя (використовуються тільки добре розчинні у воді добрива). Кожен спосіб внесення добрив має власне призначення. Для найбільш повного забезпечення рослин елементами живлення протягом усього періоду вегетації необхідно правильно поєднувати різні способи внесення добрив. Поєднання способів внесення визначається особливостями розвитку та живлення культур, агротехнікою та ґрунтово-кліматичними умовами. Також економічно вигідно поєднувати внесення добрив із іншими агротехнічними прийомами обробки культури.

1.2 Машини для внесення добрив.

Найбільш розповсюджена технологія на теренах України – це відцентрова технологія розподілення. Цей спосіб не вимагає використовувати в розкидачах якихось додаткових обладнань. Розкидачі з відцентровим внесенням мають просту конструкцію, зручні в користуванні і дешевші. У відцентрових розкидачах добрив застосовуються диски певного діаметра, на яких прикріплені розподільні лопатки. Робота розкидача за такою технологією полягає в потраплянні добрив на розподільні лопатки, які обертаються, порція добрива розподіляється відповідною траєкторією в зону оброблення.

На вітчизняному ринку сільськогосподарської техніки представлено достатньо машин для внесення твердих мінеральних добрив вітчизняного виробництва: МВД-9, МВУ-5СПРО, МВД-4 і МВД-0,5Т (виробник ННЦ «ІМЕСГ»), МРД-8, МРД-5М, МРД-5Г, МРД-1000 («Агрохіммаш»), МВД-900 і МВД-0,7 («Хмільниксільмаш») та МД-4,0 («Тернопільський комбайновий завод»), а також велику кількість машин зарубіжних фірм. Також варто зважати на те, що в господарствах ще залишились старі машини в хорошому стані — МВУ-5, МВУ-6, МВУ-8 і МВУ-12.

Причіпні розкидачі мінеральних добрив ВІМ (рис.1.1) обладнуються системою зважування добрив та комп'ютером для керування розкидачем і мають об'єм бункера від 5000 м³ до 11000 м³. Навісні розкидачі мінеральних добрив можуть комплектуватися транспортними візками, на які вони встановлюються і можуть працювати як причіпні розкидачі. Навісні розкидачі добрив ВІМ мають максимальний об'єм бункера 4000 л, агрегуються з тракторами потужністю від 80 к. с. до 100 к. с., працюють від ВВП трактора з частотою обертання 540 об/хв. Навісні розкидачі серії ВІМ працюють на швидкостях від 8 до 20 км/год, комплектуються двома нержавіючими дисками, на яких розташовано по дві лопатки для внесення добрив на ширину від 18 м до 36 м. Розкидачі оснащені редукторами, які знаходяться в масляній ванні та не потребують додаткового обслуговування. На розкидачах добрив серії ВІМ вся розподільча система виготовлена з нержавіючої сталі [3].

Розкидачі укомплектовуються тентом, під яким добрива у будь-яку погоду залишаються сухими.



Рисунок 1.1 Розкидачі мінеральних добрив серії ВІМ.

ТОВ "АГРОПРОМИСЛОВА КОМПАНІЯ "ФАВОРИТ" представляє аграрію розкидач мінеральних добрив РДФ-1000 (рис. 1.2), який працює від ВВП з частотою обертання 540 об/хв, що робить роботу агрегата безпечною. Він призначений для внесення мінеральних добрив та підживлення різних культур. Бункер розкидача об'ємом 1000 л оснащений захисною решіткою від попадання великих грудок і сторонніх предметів у нього та тентом, який зберігає добриво сухим навіть у вологу погоду. Розкидач, працюючи на швидкостях від 8 до 15 км/год, може вносити широкий діапазон мінеральних добрив. Він комплектується двома нержавіючими дисками з трьома лопатками П-подібної форми, які забезпечують діапазон внесення добрив від 18 м до 24 м та від 24 м до 36 м [4].

Ще одним представником компанії «ФАВОРИТ» є причіпний розкидач мінеральних добрив РДФ-3000, який використовується для підживлення ґрунту під такі рослини як пшениця, жито, ячмінь, овес, сорго, ріпак, соняшник, кукурудза і боби. Розкидач РДФ-3000 працює від ВВП енергозасобу з частотою обертання 540 об/хв, що робить роботу агрегату безпечною.

Розкидач має об'єм бункера 3000 л, бункер оснащений захисною решіткою, яка запобігає попаданню великих грудок та сторонніх предметів.



Рисунок 1.2 – Розкидач мінеральних добрив Фаворит РДФ-1000.

Розкидач забезпечує якісний розподіл добрив по ширині захоплення завдяки використанню П-подібних лопаток різної довжини. Ширина захвату регулюється від 18 до 24 метрів. Розкидач укомплектований ворушилкою, яка забезпечує просування добрива з бункера на диски, щоб рівномірно розподілити добрива на розподільчі лопатки.

Розкидач МВУ-8 призначений для транспортування і поверхневого суцільного внесення в ґрунт мінеральних добрив, дефекату, піску, вапна, гіпсу, курпомету та ін. Бункер виготовлений з біметалу (нержавіюча сталь).

Машини марок МВУ виконуються з одним чи двома розкидаючими дисками. Машини з одним розкидаючим диском можуть мати форму бункера як у вигляді конуса, так і у вигляді піраміди, а машини, які обладнуються двома розкидаючими дисками, мають тільки пірамідальну форму бункера.

Їх перевага перед іншими розкидачами добрив полягає в простоті конструкції, малій вазі, значній ширині розкидання (до 24 м), великій продуктивності. На цей час розроблене ціле сімейство навісних машин марки МВУ з дисковими робочими органами з об'ємом бункерів місткістю від 50 до 2000 кілограм, які можна використовувати з тракторами, як для присадибного господарства (малої

потужності Т-0,12), так і енергонасиченими сучасними тракторами тягового класу 0,9; 1,4; 2,0.

Вона складаються зі зварного кузова (рис. 1.3), на дні якого розташований транспортер, виготовлений з гнутих прутків. На задній стінці кузова розміщений дозуючий пристрій у вигляді заслінки.

Транспортер приводиться в рух за допомогою зірочок та роликів, закріплених на ведучому та веденому валах. Обертальний момент від ведучого валу передається через ланцюгову передачу від лівого опорного колеса через пневматичне колесо, яке притискається до опорного колеса за допомогою гідроциліндра. Швидкість руху транспортера регулюють перестановкою ланцюгів по зірочках ведучого чи веденого валів. За дозуючим пристроєм машини розташовується туконапрямник (рис. 1.3), який складається із двох коробчастих лотків. Він розділяє потік добрив на дві частини і направляє їх на розкидаючі диски. Внутрішні стінки лотків закріплені шарнірно, їх перестановкою змінюють місце подачі добрив на диски, а заодно і траєкторію польоту туків.



Рисунок 1.3. Розкидач мінеральних добрив МВУ-8.

Агрегат фірми Rauch TWS 7000+Ахега-Н ЕМС (рис.1.4) є напівпричіпом TWS 7000 у комбінації з розкидачем мінеральних добрив Ахега-Н ЕМС.



Рисунок 1.4. Агрегат TWS 7000+Ахега-Н ЕМС фірми Rauch.

Напівпричіп TWS 7000 має бункер об'ємом 7000 л. В ньому встановлено 4 решітки для утримання сторонніх предметів та датчик рівня, що подає сигнал на термінал керування про наявність добрив в бункері. Також на передній стінці розташоване оглядове вікно. Зверху бункер закривається тентом [6].

Під бункером розташований шнековий транспортер з високоякісної сталі довжиною 3,3 м і діаметром 21 см, який подає добрива до розкидача Ахега-Н ЕМС. Шнек приводиться в дію гідромотором і обладнаний заслінкою з гідравлічним приводом та контрольним датчиком.

Вивантажуються добрива з шнека в два потоки, пропускну спроможність кожного з яких можна регулювати окремо заслінкою.

Розкидач добрив має диски з гідроприводом та електронну систему дозування ЕМС. При роботі розкидача датчики постійно контролюють тиск масла в гідромоторах дисків та частоту їх обертання. Так, при великих нормах внесення добрив для підтримки стабільної частоти обертання дисків тиск масла збільшується, а при малих нормах – зменшується.

Також на напівпричепі встановлений датчик контролю швидкості руху. Таким чином визначається оброблена площа, яка порівнюється з кількістю внесених добрив і термінал керування Quontron при необхідності змінює положення

дозуючих заслінок для корегування норми внесення. Дана система не потребу пробного внесення і їй не потрібні дані про сипкість та щільність добрив. Система керування також регулює норму внесення добрив при роботі на краю поля.

Для контролю рівномірності розподілу добрив по ширині захвату пропонується набір для перевірки дозування, який включає в себе 10 лотків та мірну трубку.

Ширина захвату агрегата TWS 7000+Axera-H EMC – 30 м, швидкість руху – до 40 км/год, маса – 3520 кг.

Розкидач ZG-B Ultra Hydro фірми Amazone (рис.1.5) призначений для внесення лише мінеральних добрив. Максимальний об'єм бункера складає 8200 л. при цьому робоча вага машини становить 12,6 т, а тому на ній встановлені 46-дюймові широкі шини для зменшення тиску на ґрунт. Також завдяки шинам кліренс розкидача сягає 90,5 см.



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

Бункер машини закритий тентом, який відкривається через пульт керування розкидача, та оснащений відкидною просіюючою решіткою для відокремлення кусків добрив, каміння та деревини.

На днищі розкидача встановлено гумовий пасовий транспортер з гідроприводом. Транспортер не потребує обслуговування. Він подає добрива у камеру дозування, яка може бути обладнана датчиками ваги для калібрування

параметрів розкидача під час роботи (порівнює висіяну масу добрив з обробленою площею). Швидкість руху транспортера регулюється датчиками рівня заповнення камери дозування.

Дозуюча система розкидача виконана у вигляді лійок з мішалками, що встановлені над кожним розкидальним диском. Лійки мають окремо дозуючу і регулюючу заслінки. Дані лійки заповнюються з камери дозування.

Оскільки кожен диск має свою власну дозуючу заслінку, то на кожну сторону можна задати різну норму внесення добрив. Також можна змінювати частоту обертання кожного диска, які приводяться в рух від гідромоторів.

Автоматична система керування розкидачем Amatron+ керує 20 різними параметрами роботи розкидача і має вихід для підключення до терміналу GPS та датчиків розпізнавання потреби рослин в азоті по їх кольору, також вона розрізняє три типи роботи на краю поля:

- перший випадок – поле суміжне з сусіднім полем, при цьому зменшується дальність польоту частинок добрив, але не їх кількість;
- другий випадок – край поля вздовж дороги, при цьому зменшується число обертів дисків і кількість добрив;
- третій випадок – поле з прилягаючими каналами, що безпосередньо з'єднані з водоймами, при цьому число обертів дисків знижується ще більше.

Добрива на диски подаються через заслінки, які встановлені сегментами. По три сегменти на кожен диск. Кожен сегмент має регулювальну заслінку з гідроприводом та дозуючу заслінку з електроприводом. Таким чином можна зменшувати ширину захвату розкидача перекриваючи окремі сегменти.

Диски розкидача вкриті зносостійким матеріалом. Лопаті дисків переставляються по шкалі для зміни ширини захвату.

Як опцію виробник пропонує до розкидача мобільний випробувальний стенд. Він має 16 лотків з решітками для збору добрив. Лотки рівномірно розташовуються по ширині захвату розкидача і відбувається розкидання. Вміст кожного лотка висипається в лійку з відповідною мірною шкалою. Показники шкали записуються

в бортовий комп'ютер розкидача і використовуються для регулювань рівномірного і точного внесення добрив.

Ширина захвата агрегату ZG-B Ultra Hydro – до 52 м, швидкість руху – до 50 км/год, маса – 3620 кг.

1.3 Висновки і завдання досліджень.

Огляд існуючих машин для основного внесення мінеральних добрив показав, що за конструкцією та основними технологічними показниками зарубіжні машини не мають переваг перед вітчизняними аналогами, але виготовлені вони якісніше, на сучасному технологічному обладнанні. Завдяки цьому імпорتنі машини служать довше, але й коштують вони у 2-4 рази дорожче за вітчизняні.

Тому метою даної роботи є дослідження роботи вітчизняної машини для внесення мінеральних добрив МВУ-8.

Відповідно до поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Зробити аналіз існуючих машин для основного внесення мінеральних добрив.
2. Розробити операційну технологію внесення мінеральних добрив запропонованою машиною.
3. Розробити заходи з охорони праці при внесенні мінеральних добрив.
4. Обґрунтувати досягнуті результати досліджень.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ 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 агрономативів 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 $i = 0,03$;

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	τ_3	м	0,483
Витрати палива	$G_{год}$	кг/год	31,4
Передаточні числа трансмісії	$i_{трI}$ $i_{трII}$ $i_{трIII}$ $i_{трIV}$ $i_{трV}$ $i_{трVI}$ $i_{трVII}$ $i_{трVIII}$ $i_{трIX}$		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_m	кН	33
Ширина захвату	B_k	м	12
Робоча швидкість	v_p	км/год	7-10
Продуктивність	$W_{год}$	га/год	8,28

Тяговий опір агрегату визначаємо за формулою:

$$R_{\text{м}} = (G_{\text{кр}} + G_2) \cdot \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.1)$$

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

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

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

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

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:

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,159 \cdot N_{\text{ВВП}} \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{мг}}}{r_{\text{к}} \cdot n_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (2.2)$$

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

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

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

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

$r_{\text{к}}$ – радіус кочення колеса трактора, м, $r_{\text{к}} = 0,575$ м;

$n_{\text{н}}$ – номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна, с^{-1} ,

$$n_{\text{н}} = 36,7 \text{ с}^{-1}.$$

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

Тоді:

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

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

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

Сумарний приведений опір робочої машини буде рівний:

$$R_a = R_n + R_{\text{пр}},$$

$$R_{a1} = 12 + 4,9 = 16,9 \text{ кН}$$

$$R_{a2} = 12 + 4,2 = 16,2 \text{ кН}$$

$$R_{a3} = 12 + 3,7 = 15,7 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання нормального тягового зусилля трактора, визначаємо за формулою:

$$K_{\text{вR}} = \frac{R_{\text{аг}}}{P_{\text{крн}}}, \quad (2.3)$$

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

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

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

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

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

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) приходить працювати з низьким коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора. Продуктивність агрегату визначаємо за формулою:

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

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год;

$T_{зм}$ – час зміни, год.

Визначаємо позациклові витрати часу які нормуються за зміну за формулою:

$$T_2 = T_{нз} + T_{\phi} + T_{пер}, \quad (2.5)$$

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

$T_{нз} = 0,14 \dots 0,3$ год.;

T_{ϕ} – час зупинок по фізичним причинам, год., $T_{\phi} = 0,03 \dots 0,05$ год.;

$T_{пер}$ – час який витрачається 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:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} = \frac{2 \cdot L_p}{V_p} + \frac{2 \cdot l_{\text{хсер}}}{V_x}, \quad (2.8)$$

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

$t_{\text{хц}}$ – 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, $l_x = 52 \text{ м.}$

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

Кількість циклів за зміну визначаємо з виразу:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_2}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.9)$$

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

Час чистої роботи визначаємо за формулою:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.10)$$

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

Повний коефіцієнт використання часу зміни знайдемо за формулою:

$$r = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}, \quad (2.11)$$

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

Тоді:

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

Погектарна витрата палива визначається за формулою:

$$g_{за} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{W_{зм}}, \quad (2.12)$$

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

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

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.,

$$T_0 = T_{мо} + T_{но} + T_{д}.$$

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

Затрати праці на одиницю роботи визначаємо за формулою:

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

Результати розрахунків зводимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 Техніко-економічна характеристика агрегату

Склад агрегату		Робоча		Продуктивність		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 агрегату 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.

2.5 Підготовка поля до роботи

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

2.6 Режими роботи агрегату

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

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

2.8 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.

Мінеральні добрива зберігають у складах, спеціально призначених з цією метою і побудованих по типовим проектам. Територію, на якій розміщується склад огорожують, площа її повинна бути достатньою для в'їзду та розвороту машин, складування під навісом і знезараження пустої тари.

Важливо, щоб на складі було гарне освітлення і вентиляція. Не дозволяється зберігання мінеральних добрив безпосередньо на підлозі складу без піддонів і стелажів, просто неба або під навісом, а також в непристосованих приміщеннях.

Мінеральні добрива зберігають у цілій, закритій тарі, на якій є етикетки і коротка інструкція по застосуванню і умовам зберігання.

Затарені добрива зберігають штабелями. Добрива, затарені в поліетиленові мішки, можна зберігати на окремих площадках під навісом.

Добрива, які поступають розсипом, зберігають навалом в окремих відсіках.

Відповідальність за зберігання і видачу добрив несе комірник. Перебування комірника і інших осіб у складі допускається тільки на період приймання, видачі добрив і необхідної короткочасної роботи, під час якої необхідно користуватися засобами індивідуального захисту.

Добрива в кількостях, що відповідають плану робіт на день, комірник відпускає зі складу відповідальному за проведення робіт по письмовому розпорядженню керівника господарства або його замісника.

При зберіганні і відпусканні добрив повинен бути суворий облік з веденням відповідної документації. Всі невикористані залишки добрив і порожню тару необхідно своєчасно повертати на склад під розписку комірника. Важливе значення для безпечної роботи з мінеральними добривами має їх фізичний стан, а також напрямок і сила вітру. При навантаженні твердих форм добрив в транспортні засоби і агрегати для внесення потрібно дотримуватися підвітряного боку, використовувати засоби малої механізації.

При перевезенні мінеральних добрив необхідно користуватися справними транспортними засобами. Незатарені сипучі мінеральні добрива необхідно вкривати брезентом, щоб запобігти пилоутворенню.

На всіх етапах транспортних робіт, де можливе потрапляння в повітря зони дихання мінеральних добрив у вигляді пилу або парів, а також попадання їх на шкіру, необхідно користуватися відповідними засобами індивідуального захисту.

Транспорт для перевезення мінеральних добрив повинен відповідати вимогам “Правил перевезення автомобільним транспортом мінеральних добрив і хімічних засобів захисту”. Перевозяться тільки на транспорті, який можна легко очистити і знезаразити.

Забороняється перевезення одночасно з мінеральними добривами людей, харчових продуктів, питної води, предметів домашнього побуту.

При навантажувальних і розвантажувальних роботах необхідно уникати ударів, не можна допускати висипання препаратів. У випадку пошкодження тари машину зупиняють і усувають пошкодження за допомогою необхідних інструментів, матеріалів, які необхідно мати з собою. Якщо препарат потрапив на землю, приймають заходи щодо його знезараження.

Після перевезення сухих мінеральних добрив транспортні засоби необхідно очистити від їх залишків і промити водою під напором, а при перевезенні рідких добрив ємності промити гарячою водою або паром.

Виконувати ці процедури необхідно на спеціально відведеному місці.

3.2. Безпека праці при використанні мінеральних добрив

Привезені на поля добрива повинні бути використані в той же день. Навіть для короткочасного зберігання їх забороняється зсипати безпосередньо на землю, тому що це може призвести до погіршення фізико-хімічних якостей, забруднення атмосфери, міграції через ґрунт в ґрунтові води, випадкового отруєння тварин. Добрива необхідно насипати тільки на водонепроникну підстилку (брезент, поліетилен) і ретельно прикривати цим матеріалом.

Якщо добрива в ґрунт вносять розкидачі (працює одночасно декілька машин), необхідно призначити старшого групи, який повинен стежити за дотриманням вимог безпеки. Відстань між рухомими по полю агрегатами повинна бути не менш 50-70 м. У зв'язку з тим, що в повітря робочої зони можуть поступати не тільки добрива, але й велика кількість ґрунтового пилу, забрудненого добривами, які були внесені раніше, пестицидами і продуктами їх розпаду, трактористи повинні використовувати засоби захисту органів дихання і шкіряних покривів.

3.3 Висновки до розділу.

Таким чином, розроблено заходи охорони праці при зберіганні, навантаженні, транспортуванні та внесенні твердих мінеральних добрив мобільними розкидачами добрив з розкидними робочими органами.

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 технології 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	T-150K	T-150K
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.	140000	140000
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.	40,00	40,00

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи становлять [8]:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (4.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, що обслуговує агрегати та відрахування на соціальні заходи, грн./га;

C_2 – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

C_3 – відрахування на реновацію та капітальний ремонт трактора та с.-г. машин, що входять до складу агрегату, грн./га;

C_4 – відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування трактора і с.-г. машин, що входять до складу агрегату, грн./га.

Оплата праці обслуговуючому персоналу дорівнює:

$$C_1 = \frac{m_1 n_1 + m_2 n_2 + \dots + m_i n_i}{W_{\text{год}}}, \quad (4.2)$$

де m_i – кількість працівників i -ої кваліфікації на агрегаті;

n_i – оплата праці за годинну норму виробітку працівника i -ої кваліфікації, грн;

$W_{\text{зм}}$ – годинна продуктивність агрегату, га/зм.

для базового варіанту:

$$C_1 = \frac{1 \cdot 125,00}{8,28} = 15,10 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_1 = \frac{1 \cdot 125,00}{7,8} = 16,03 \text{ грн./га}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів дорівнює:

$$C_2 = \Pi_K Q_{\Pi}, \quad (4.3)$$

де C_K – комплексна ціна кілограма палива, грн/кг;

Q_P – витрата палива, кг/га.

для базового варіанту:

$$C_2 = 40,00 \cdot 2,21 = 88,40 \text{ грн./га,}$$

для нового варіанту:

$$C'_2 = 40,00 \cdot 1,16 = 46,40 \text{ грн./га}$$

Відрахування на реновацію та капітальний ремонт машин в агрегаті визначаються з формули:

$$C_3 = \frac{B_{TP} \cdot a_{TP}}{100 \cdot W_z \cdot t_{TP}} + \frac{B_M \cdot a_M \cdot n_M}{100 \cdot W_z \cdot t_M}, \quad (4.4)$$

де B_{TP} , B_M – балансова вартість відповідно трактора і сільськогосподарської машини, грн;

a_{TP} , a_M – норми відрахувань на амортизацію та капітальний ремонт відповідно трактора і сільськогосподарської машини, % (кожну з цих норм приймають рівною 15%);

t_{TP} , t_M – зональне річне (або фактичне) завантаження трактора і сільськогосподарської машини, год.

для базового варіанту:

$$C_3 = \frac{1000000 \cdot 15}{100 \cdot 7,8 \cdot 1600} + \frac{140000 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 7,8 \cdot 400} = 128,96 \text{ грн./га,}$$

для нового варіанту:

$$C'_3 = \frac{1000000 \cdot 15}{100 \cdot 8,28 \cdot 1600} + \frac{140000 \cdot 15 \cdot 1}{100 \cdot 8,28 \cdot 400} = 121,48 \text{ грн./га}$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування машин в агрегаті дорівнюють:

$$C_4 = \frac{B_{TP} \cdot P_{TP}}{100 \cdot W_z \cdot t_{TP}} + \frac{B_M P_M}{100 \cdot W_z \cdot t_M}, \quad (4.5)$$

де P_{TP} , P_M – сумарна норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування відповідно трактора і сільськогосподарської машини, % (кожну з цих норм приймають рівною 6,5%).

Для базового варіанту:

$$C_4 = \frac{1000000 \cdot 6,5}{100 \cdot 7,8 \cdot 1600} + \frac{140000 \cdot 6,5 \cdot 1}{100 \cdot 7,8 \cdot 400} = 55,88 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C'_4 = \frac{1000000 \cdot 6,5}{100 \cdot 8,28 \cdot 1600} + \frac{140000 \cdot 6,5 \cdot 1}{100 \cdot 8,28 \cdot 400} = 52,64 \text{ грн./га}$$

Тоді прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи для базового варіанта становлять:

$$C = 16,03 + 88,40 + 128,96 + 55,88 = 289,27 \text{ грн./га},$$

для нового варіанту:

$$C = 15,10 + 46,40 + 121,48 + 52,64 = 235,62 \text{ грн./га}.$$

Зменшення прямих експлуатаційних витрат на гектар посівів при впровадженні удосконаленого розкидача мінеральних добрив у виробництво буде становити:

$$E_n = C - C' = 289,27 - 235,62 = 53,64 \text{ грн/га}. \quad (4.6)$$

При використанні удосконаленої машини на площі 100 га зменшення прямих витрат буде становити:

$$E = E_n \cdot F = 53,64 \cdot 100 = 5364,00 \text{ грн}. \quad (4.7)$$

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	53,64	
Економічний ефект на площі 100 га, грн	5364,00	

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

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Огляд існуючих машин для основного внесення мінеральних добрив показав, що за конструкцією та основними технологічними показниками зарубіжні машини не мають переваг перед вітчизняними аналогами, але виготовлені вони якісніше, на сучасному технологічному обладнанні. Завдяки цьому імпорتنі машини служать довше, але й коштують вони у 2-4 рази дорожче за вітчизняні.

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, навантаженні, 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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 рідких мінеральних 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. Працезохоронні 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.