

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

УДК 631.333.6

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

д.т.н., професор

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П.Момотенка

Роговський І.Л.

2023 р.

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ
ДОБРИВ В УМОВАХ ТОВ «АГРОФІРМА» ЗОДІК-М»
КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, д.т.н., проф.

«підпис»

Братішко В.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Шимко Л.С.

Виконав

«підпис»

Гончарук П.Ф.

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

І.Л.Роговський

“ ___ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гончаруку Петру Федоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітня програма – «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення технології внесення органічних добрив в умовах ТОВ «Агрофірма» Зодік-М» Київської області».

затверджені наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року №1943 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2023 р.

Вихідні дані до роботи:

~~Науково – технічна література: результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах технології внесення органічних добрив і дослідження застосування рідкого гною в як органічне добриво~~

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- ~~1. Стан питання і завдання дослідження застосування рідкого гною в як органічне добрива~~
- ~~2. Теоретичні передумови формування технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив~~
- ~~3. Програма та методика експериментальних досліджень способів внесення рідкого органічного удобрення~~
- ~~4. Результати експериментальних досліджень внесення рідкого органічного добрива~~
- ~~5. Економічна ефективність спроектованої технології~~

Дата видачі завдання 18.09.2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Л.С.Шимко

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

П.Ф.Гончарук

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 77 стор. машинописного тексту.

Ключові слова: тваринництво, рідкі органічні добрива, критерій, пряме комбайнування, транспортування, внесення, внутрішньогрунтове, робочі органи, родючість ґрунту, доєлиди, прибуток.

Проаналізовано способи внесення рідких органічних добрив: суцільне поверхневе внесення РОД розбризкуванням, поверхневе стрічкове внесення через штангову систему з навісними шлангами, внутрішньогрунтове внесення з робочим органом у вигляді культиваторної лапи, які мають суттєві відмінності еколого-економічних.

Обґрунтовано критерії оцінки технологій транспортування та внесення РОД, що дозволяють врахувати еколого-економічні показники: витрати на виконання технології з урахуванням коефіцієнта екологічної безпеки та екологічний ефект від підвищення родючості ґрунту.

Розроблено алгоритм вибору технологій транспортування та внесення РОД, який дозволяє зробити вибір раціональної технології для умов конкретного господарства з урахуванням техніко-економічних та екологічних показників: питомі наведені витрати, ступінь використання поживних речовин рослинами та ступінь підвищення родючості ґрунту.

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	6
1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Стан та перспективи застосування рідкого гною в як органічне добрива ..	8
1.2 Характеристики існуючих способів та технічних засобів для внесення рідких органічних добрив на основі рідкого гною.....	10
1.3. Критерії оцінки способів та технічних засобів, що застосовуються при внесенні рідкого органічного добрива.....	21
2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ	
ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....	22
2.1. Структурний аналіз технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив.....	22
2.2. Порядок отримання вихідної інформації.....	25
2.3. Визначення технологічних параметрів технологій транспортування та внесення рідкого органічного добрива на основі гною великої рогатої худоби.....	27
2.3.1. Визначення кількості та якості гною	27
2.3.2. Визначення технологічних параметрів операцій із переробки гною в органічне добриво.....	32
2.4. Методика вибору способів та засобів механізації.....	34
3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ.....	41
3.1. Завдання та програма експериментальних досліджень.....	41
3.2. Методика проведення експериментальних досліджень.....	43
3.2.1. Влаштування агрегату для суцільного поверхневого внесення розбризкуванням.....	43
3.2.2. Будова агрегату для стрічкового поверхневого внесення через штангову систему з навісними шлангами.....	46
3.2.3. Влаштування експериментальної установки для досліджень внутрішньогрунтового внесення добрив у ґрунт.....	47
3.2.4. Методика визначення нерівномірності внесення по робочій ширині захоплення та по ходу руху агрегату	50

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВНЕСЕННЯ РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА.....	51
4.1. Результати досліджень суцільного поверхневого способу внесення розбризкуванням рідкого органічного добрива.....	51
4.2. Результати досліджень стрічкового поверхневого способу внесення через штангову систему з навісними шлангами.....	54
4.3. Результати досліджень внутрішньопрунтового способу внесення рідкого органічного добрива в ґрунт.....	55
4.4. Аналіз та вибір технології транспортування органічних добрив.....	57
4.5. Оцінка розглянутих варіантів технологій транспортування та внесення РОД з гною ВРХ.....	59
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СПРОБКТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	67
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Впровадження нових технологій у тваринництві дозволило інтенсифікувати галузь, але при цьому зросли обсяги, концентрація гною на локальних територіях, що створюють загрозу навколишньому середовищу. Заданими досліджень, з'ясувалося, що основна частка, що утворюється в господарствах, гною має вологість понад 85%, тобто є напіврідким і рідким гном. Це зумовлено використанням безприв'язного способу утримання, та дана тенденція зберігається у молочному тваринництві у зв'язку з тим, що даний спосіб є менш трудомістким. Утилізація рідкого та напіврідкого гною є однією з проблем, що вимагають негайного рішення.

Основним напрямом зростання родючості ґрунту є підвищення в ньому запасів гумусу до оптимального змісту, джерелом поповнення гумусу в ґрунті, гумус утворюючим матеріалом були і залишаються органічні добрива на основі гною. Тому найбільш раціональним способом використання рідкого гною як органічного добрива, є безпосереднє внесення його на поля у переробленому вигляді.

В даний час існує величезний вибір імпортованих машин для транспортування і внесення рідкого гною різними методами. Через неадаптованості і недостатності досліджень застосування тих або інших технологій для умов конкретного господарства призводять до підвищення собівартості робіт і великого навантаження на навколишнє середовище внаслідок великих втрат поживних елементів. Підвищення ефективності використання гною досягається за допомогою науково-обґрунтованих методів формування раціональних варіантів технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив з гною великої рогатої худоби. Для рішення цих завдань можуть бути застосовані методи імітаційного моделювання, що забезпечують вибір раціональних технологій транспортування та внесення рідкого органічного добрива з мінімальним навантаженням на навколишнє середовище та з мінімальними витратами конкретних умов сільгосп товаровиробника.

Мета досліджень – розробити алгоритм вибору раціональних технологій

транспортування і внесення рідкого органічного добрива, що забезпечує раціональні еколого-економічні показники в умовах конкретного господарювання.

Об'єкт досліджень. Технології транспортування та внесення рідких органічних добрив.

Предмет досліджень. Обґрунтування складу машинних агрегатів для внесення рідких органічних добрив та теоретичне обґрунтування параметрів робочих органів

Ціль та задачі досліджень:

- розробити алгоритм вибору раціональних технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив для забезпечення екологічно безпечного виконання робіт;
- обґрунтувати критерій оцінки еколого-економічної ефективності процесу транспортування і внесення рідкого органічного добрива;
- удосконалити методик оцінки екологічної ефективності різних способів внесення рідких органічних добрив;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Стан та перспективи застосування рідкого гною в як органічне добрива

Основним напрямом зростання родючості ґрунту є підвищення в ньому запасів гумусу до оптимального змісту. Основним джерелом поповнення гумусу в ґрунті, гумусоутворюючим матеріалом були і залишаються органічні добрива на основі гною та посліду.

Використання органічних добрив надає багатосторонній вплив на всі агрохімічні показники ґрунту і дозволяє залучити до господарсько-біологічного кругообігу елементи мінерального живлення та органічні речовини, відчужувані з урожаєм. Інтерес до органічних добрив в світовому землеробстві останніми роками підвищується у зв'язку з подорожчанням енергоресурсів і вартості мінеральних добрив, а також загостренням проблеми отримання якісної сільськогосподарської продукції [1, 2, 17].

Найважливішою умовою родючості ґрунтів є застосування органічних добрив, насамперед гною, який забезпечує не тільки живильний режим рослин, але й регулює інтенсивність та об'єм малого круговороту енергії в агроєкосистемах. Це академік Д.М. Прянишников вказував, що «хоч би як велике було виробництво мінеральних добрив, гній ніколи не втратить свого значення, як одне з найголовніших добрив у сільському господарстві».

Надзвичайно важлива їх роль в підтримці рівня гумусу. Нажаль, за минулі 70 – 100 років кількість гумусу у ґрунті скоротилося на 40 – 69%. За цей період у дерново - підзолистих ґрунтах вміст гумусу впав з 3,4 – 4,3 до 2,0% і менше, а за останні 50 років його спад склав більше 50%.

Впровадження нових технологій у тваринництві дозволило інтенсифікувати галузь, але при цьому зросли обсяги та концентрація гною, що створюють загрозу довкіллю. Процес утилізації гною включає етапи попереробки, зберігання, транспортування та внесення. Особливу увагу варто приділяти оцінці способів внесення органічних добрив, що істотно впливають

не тільки на екологічну безпеку, а й на ефективність сільськогосподарського виробництва в цілому. Від зниження втрат гною та кращого використання його поживних речовин, насамперед, залежить успішне ведення сільськогосподарського виробництва.

Основна частка тваринницьких підприємств ВРХ мають поголів'я понад 1000 голів (близько 61% від загальної кількості підприємств) такі підприємства найефективніше працюють, надій на 1 фуражну корову складає 6000-8000 кг молока.

Вони застосовують безприв'язне зміст тварин, що призводить до підвищеної (90-93%) вологості гною та збільшення його виходу в 1,5-2 рази. Об'єм гною і стічних вод доїльних залів складає 90-135 т в день (32-50 тис. т. на рік). Цей обсяг повинен бути утилізований у вигляді рідкого органічного добрива (РОД) на площі близько 3000 га.

Парк технічних засобів для роботи з органічними добривами, був сформований, коли в основному застосовувався підстилковий зміст, та призначений для внесення твердих органічних добрив парк машин типу ПРТ і РОУ, які переважають у сільгоспідприємствах. Так, у Київській області налічується близько двохсот одиниць ПРТ і РОУ із загальною вантажопідйомністю 1400 т, водночас машин для внесення рідкого органічного добрива налічується всього близько п'ятдесяти п'яти одиниць з загальної вантажопідйомністю 440 т. Здебільшого вони представлені марками МЖТ та РЖТ, які морально застаріли. У 60% машин з всього парку термін експлуатації перевищує 15 років, а в деяких господарствах досягає і 20 років. Основна частка нової техніки, що закупається, представлена закордонними виробниками і часто використовується малоефективно через незручність нових машин з технологіями транспортування і внесення РОД в існуючих господарствах.

Для того щоб внести весь обсяг гною, що отримується на підприємстві, необхідно мати вискоєфективні машини з мінімальним негативним впливом на довкілля. Якщо зробити розрахунок кількості машин по внесенню РОД, обладнаних ємкостями місткістю 25 м³, враховуючи середній радіус перевезення

7-8 км, а також кількість днів, в які можливо внесення відповідно з застосовуваною сівозміною необхідно 3-4 машини такого типу. Для внесення всієї маси рідкого гною в Київській області необхідний парк, що складається 150 - 200 машин.

Аналіз стану та перспектив використання рідкого гною показав, що в умовах зниження родючості ґрунтів основним напрямом утилізації гною повинно бути переробка його в органічне добриво і внесення способом, який забезпечує екологічну безпеку з урахуванням конкретних умов кожного підприємства.

Розвиток агрохолдингів з індустріалізацією тваринництва та впровадження нових технологій у сільськогосподарське виробництво призвело до збільшення об'ємів рідкого гною. Виходячи із статистичних даних, для отримання стабільних урожаїв необхідно вносити органічні добрива дозою 11...15 т/га. У 2016 р. цей показник становив у середньому 0,9 т/га однією з причин такого положення, є гостра нестача машин для внесення РОД та їх не раціональне застосування в сучасних умовах.

1.2. Характеристики існуючих способів та технічних засобів для внесення рідких органічних добрив на основі рідкого гною

Способи внесення органічних добрив надають суттєвий вплив не лише на екологію, а й на ефективність сільськогосподарського виробництва в загалом.

Для вибору способу внесення першорядне значення мають такі природні та економічні умови виробництва:

- вид, розміри та розташування тваринницького підприємства;
- потреба в зрошенні та можливість зрошення з урахуванням наявності поливної води ;
- розміри та особливості сільськогосподарської корисної площі;
- сівозміна ;
- водогосподарські, агрокультурні і транспортно-технічні умови.

Щоб забезпечувати ефективне використання капіталовкладень і високу продуктивність вроші за низьких експлуатаційних витрат, раціональному використанні поживних речовин ґною з мінімальним негативним впливом на довкілля, способи внесення ґною повинні враховувати вище

вказані умови.

Виходячи з технологічних особливостей, розрізняють поверхнєве та внутрішньо-ґрунтове внесення, а також суцільне, стрічкове і локальне.

На даний момент існують різні способи внесення РОД представлені на рис.

1.5 [1, 17, 25].



рис. 1.5 Способи внесення рідкого органічного добрива.

Як позитивний момент технології поверхнєвого внесення розбризкуванням часто вказується більш висока продуктивність застосовуваної для цього техніки. До негативних відноситься нерівномірність розподілу добрив по поверхні ґрунту, яка не повинна перевищувати 25% [1], і високі втрати азоту внаслідок емісії його в атмосферу та поверхнєвого змиву.

Застосовувані для поверхневого внесення розбризкуванням машини не можуть забезпечити задану рівномірність внесення. У результаті виходить строкатість у розподіл добрив, що призводить до несинхронного зростання та розвитку рослин, смуговому їх вилягання при достатньому та надмірному зволоженні, нерівномірному впливу на ґрунт. В результаті, як правило, проявляється зниження продуктивності агроценозів та якості врожаю. Закладення добрив плугом так само не може забезпечити рівномірного їх розподілу по профілю ґрунту [1, 4, 7].

Внутрішньогрунтове внесення рідких органічних добрив дозволяє знизити в 7-10 разів втрати біогенних елементів із добрива внаслідок усунення поверхневого стоку і втрат амонійного азоту в атмосферу, зменшити забруднення навколишнього середовища, підвищити рівномірність і запобігти зараженню кормових культур гельмінтами, патогенними організмами [29].

Значний внесок у вивчення питань руху гною трубопроводами та робочим органом машин та обґрунтування їх параметрів внесли В.А. Зуєв, Р.А. Меліков, А.С. Длушко, Є.Г. Альохін, А.М. Буцигін, С.І. Назаров, В.С. Андрущук, Г.І. Лічман, Н.М. Марченко, Н.С. Авдонін та ін [28, 29].

Дослідження методів та техніки для внесення РОД широко проводяться за кордоном, велике увага приділяється екологічній проблемі, в зокрема емісії аміаку. Так, наприклад, у дослідженні [49] на основі аналізу сучасних досліджень наведені рекомендації та оцінка різної техніки за рівнем викидів аміаку, вартості, умов застосовності. Досліджуються теоретичні та експериментальні методи вимірів шкідливих викидів при внесенні РОД в атмосферу [50, 51].

Технологія внесення РОД включає такі основні операції: вантажоперевезення, транспортування, внесення та закладення в ґрунт (у разі поверхневого внесення).

Технології транспортування та внесення рідкого органічного добрива здійснюються по прямоточному, перевалонному та комбінованому варіантам [1, 28].

Застосовність технологій та засобів механізації внесення рідкого

органічного добрива мобільними агрегатами, в здебільшого визначається особливостями кожного підприємства, природно-кліматичними умовами, дорожньо-транспортними та санітарно-гігієнічними умовами.

За прямоочною технологією добрива, що накопичуються в прифермських сховищах, доставляють у поле і вносять.

Прямочіна технологія внесення цистернами включає наступні основні операції: 1) гомогенізація добрива (переробленого рідкого) гною в гноєсховище; 2) завантаження в цистерну; 3) транспортування в розкидача до місця для внесення; 4) гомогенізацію маси добрив у ємності розкидача - теля під час внесення у ґрунт; 5) внесення.

За перевантажувальною технологією добрива, завантажені з прифермського сховища в великотоннажні машини, доставляються до місця внесення, перевантажують у польові машини, якими добриво вноситься.

Перевантажувальна технологія включає наступні технологічні операції:

1) гомогенізація добрива (переробленого рідкого) гною гноєсховищі; 2) завантаження транспортних коштів; 3) транспортування добрив мобільними цистернами на полі; 4) перекачування в машини для внесення; 5) внесення добрив в ґрунт.

Перевантажувальна технологія внесення РОД є доцільною при низькій несучій здатності ґрунту, обмеження на деформацію її поверхневого шару, значне видалення місць (більше 5 км) від гноєсховища, наявності в господарстві великовантажних транспортних засобів, необхідності внесення з особливими вимогами до способу внесення (внутрішньогрунтове внесення, підживлення проріпних) культур).

За перевалочною технологією добрива із прифермських сховищ періодично протягом року доставляють до польових сховищ, з яких сприятливі терміни вносяться в ґрунт. Доставляють добрива до польових сховищ або трубопроводами, або великовантажними цистернами, а вносять цистернами-розкидачами або по трубопровідній системі напуском.

Перевалочна технологія включає додаткові операції, пов'язані з

доставкою добрив в польове сховище і їх розвантаженням: 1) приготування РОД у прифермському гноєсховищі з урахуванням вимог трубопровідного транспорту за механічним складом включень; 2) забір та подача добрив у трубопровід або завантаження транспортних коштів; 3) транспортування добрива у польове сховище; 4) гомогенізація добрива у польовому сховищі; 5) розвантаження польових сховищ, подачу та розподіл добрива по полю.

Перевалочна технологія внесення доцільна на фермах та комплексах при віддаленні полів від прифермських гноєсховищ (понад 5...7 км). Ця технологія рекомендується, коли потрібно зменшити обсяг прифермських гноєсховищ,

скоротити терміни внесення добрив та покращити санітарно-гігієнічне стан на ферм. Місткість і кількість польових гноєсховищ визначаються об'ємом утвореного гною. Польові гноєсховища раціонально розміщувати у доріг і по можливості по середині масиву полів, що зручна, з таким розрахунком, щоб середній радіус перевезення машиною для внесення не перевищував 2 км.

Застосування мобільних машин для заповнення польових гноєсховищ рекомендується при відсутності в господарстві трубопровідного транспорту, а також при необхідності систематично звільняти центральне гноєсховище, місткість яка не відповідає кількості утвореного на підприємстві рідкого гною.

Польові гноєсховища наповнюються в період зайнятості полів посівами і взимку. **За комбінованою технологією** добрива перекачують по трубопровідним системам до польових гідрантів і вносять машинами для внесення.

Комбінована технологія внесення включає наступні технологічні операції:

1) приготування гною в гноєсховищі; 2) транспортування в полі по трубопроводу; 3) заправлення ємностей машин для внесення через заправочні гідранти; 4) транспортування до місця внесення; 5) гомогенізацію маси добрив у ємності розкидача; 6) внесення; 7) промивання трубопро - водної мережі водою.

Комбіновану технологію для внесення РОД доцільно застосовувати при отриманні гною вологістю не нижче 94%, при річному виході більше 25 тис. м³ і великому видаленні масивів площ, що удобрюються (більше 7 км). Комбініро -

ванна технологія передбачає заготу систему роботи мобільних машин для внесення добрив.

Застосування пересувного заправного гідранту знижує витрати на транспортування та дозволяє ефективно використовувати мобільні машини для внесення - ня малої вантажопідйомності. на магістральному трубопроводі в зоні внесення гною встановлюють роздавальні колонки або стояки для підключення мобільних заправних гідрантів з інтервалом 0,5...1 км. Застосування заправних колонок та гідрантів доцільно при внесенні в осінньо - весняний період (при температурі не нижче -5°C).

Основні переваги та недоліки способів внесення РОД:

Поверхнєве внесення розбризкуванням рідкого органічного добрива за допомогою відомвача визначається як розподіл добрива по поверхні ґрунту

Викиди аміаку при цьому способі, виражені у відсотках від загального амонійного азоту (ЗАА), як правило, знаходяться в межах 40-60%, [49] має високу не рівномірність внесення, існує ймовірність змиву зручність в бодоймища.



Рис. 1.6 - Поверхнєве внесення розбризкуванням.

Поверхнєве внесення рідкого органічного добрива через розподільник із системою навісних шлангів. Цей спосіб дозволяє вносити РОД безпосередньо на поверхню ґрунту, за допомогою ряду стелиться по поверхні ґрунту шлангів, або на невеликому відстані від поверхні, при допомозі ряду

підвісних плантів. Зазвичай робоча ширина захоплення складає від 6 до 12 метрів, але так ж існують машини мають ширину захоплення більше 24 метрів. Відстань між плантами складає 250-350 мм. Цей спосіб має прийнятний - мого нерівномірність внесення добрива, що підвищує використання поживних речовин. Через велику ширину захоплення спосіб не підходить для маленького, неправильної форми або має круглий схил поля.



Рис. 1.7 - поверхнє внесення рідкого органічного добрива через розподільник із системою навісних плантів.

Поверхнє внесення рідкого органічного добрива через розподіл з башмаковою системою навісних плантів. Цей спосіб застосують головним чином, до пасовищних і орних культур на ранніх стадіях зростання або до культур з великою міжрядною відстанню. Робоча ширина машини зазвичай обмежена 6 – 8 метрами. Цей спосіб не рекомендується при вирощування орних культур суцільної сівби, на яких дія башмака може призводити до надмірного пошкодження рослин. Листя і стебла трав поділяються при протягування вузького башмака по поверхні ґрунту, рідкий гній вноситься у вузькі смуги на поверхню ґрунту. Відстань між смугами зазвичай коливається від 200 до 300 мм. Оптимальне скорочення емісії аміаку досягається тоді, коли смуги рідкого гною частково закриваються рослинним покривом. Застосовність обмежена при високій кам'янистості ґрунту, великих об'ємах поживних залишків на

необроблених землях, які збиратимуться на башмаках і перешкоджати їх роботі.

Ефективність скорочення емісії аміаку під час використання способів з башмака ми або системою навісних шлангів буде більше у випадках, коли Р О Д вноситься під добре розвинений рослинний покрив, а не на відкритий ґрунт, так як рослинний покрив зберігає добриво від впливу вітру і затінює його від сонячного випромінювання. У загалом, більше значні скорочення емісії аміаку зазвичай відзначається при використанні поверхневого внесення рідкого органічного добрива через розподільник із червоню системою навісних шлангів, ніж при використанні системи навісних шлангів, що, найбільш ймовірно, пов'язано з великим забрудненням рослинного покриву, що виникає при застосуванні деяких типів шлангів.



Рис. 1.3 - Поверхнєве внесення рідкого органічного добрива через розподільник із башмаковою системою навісних шлангів.

Внутрішньогрунтове внесення під тиском рідкого органічного добрива у відкриті борозенки.

Цей спосіб призначений для використання на пасовищах або на орних землях з мінімальною обробкою ґрунту до посіву. Пожами різної форми або дисковими сошниками в ґрунті прорізаються вертикальні борозни глибиною до

50 мм, куди вносяться рідке добрива. Відстань між борознами зазвичай складає від 200 до 400 мм, а робоча ширина машини складає 6 м. Крім того, норма внесення має бути відрегульована так, щоб надлишки РОД не витікали з відкритих борозен на поверхню. Метод не застосовуємо на дуже кам'янистих або на дуже малопотужних або ущільнених ґрунтах, де неможливо забезпечити рівномірне проникнення на необхідну робочу глибину. Метод не може застосовуватися на полях з дуже крутим ухилом через небезпеки стоку з борозен. Системи внесення РОД під тиском більш енергоємні, ніж обладнання для поверхневого або стрічкового внесення.



Рис. 1.9 - Внутрішньоґрунтове внесення під тиском рідкого органічного добрива у відкриті борозенки.

Внесення під тиском рідкого органічного добрива в борозенку з наступним закриттям. Цей спосіб поділяється на відносно дрібне (глибина 50-100 мм) або глибоке (150-200 мм) внесення. Рідкий тмії повністю покривається після внесення шляхом закриття борозен котком, що прикочує, або натискними вальцями, розташованими за стійками інжектора. Більше глибоке внесення потрібно при великих обсягах гною, щоб уникнути його просочування на поверхню. Неглибоке внесення у закриті борозни ефективніше скорочує емісію NH_3 порівняно із внесенням у відкриті борозни. Щоб отримати цю додаткову вигоду, тип та стан ґрунту повинні забезпечувати ефективне закриття борозен.

Тому цей метод застосовується менше широко, чим внесення під тиском у відкриті борозни. Деякі машини для глибокого внесення мають ряд стійок, оснащених двосторонніми відвалами або «гусячими лапами», для заглиблення в ґрунт та поперечного розподілу рідкого гною у ґрунті таким чином, щоб забезпечити відносно високі норми внесення. Відстань між стійками зазвичай становить 250-500 мм, робоча ширина м. Незважаючи на високу ефективність скорочення емісії NH₃, застосовність методу обмежена, головним чином, передпосівним внесенням на орних землях та внесенням під просапні культури з широким інтервалом між рядами (наприклад, під кукурудзу), в то час як механічні uszkodження можуть зменшити врожай трав на пасовищах або твердозернових польових культур. Інші обмеження включають: потужність орного шару, зміст глини і засміченість камінням, ухаї, необхідність тракторів великої потужності та підвищену небезпека - вимивання, особливо на ґрунтах із закритою дренажною системою.



Рис. 1/10 - Внутрішньґрунтове внесення (а) і (б) внутрішньґрунтове внесення з робочими органами як культиваторні лапи, (г) поверхнєве внесення

розбризуванням з наступним заорюванням.

Закладення поверхнево внесених РОД в ґрунт з допомогою заорювання або неглибокої культивуації є ефективним засобом зменшення емісії NH₃. Найбільша ефективність скорочення досягається за повної закладенні добрива в ґрунт [34].

Заорювання сприяє до більш високого скорочення емісії, ніж використання інших видів техніки для неглибокої культивуації. Такий спосіб застосовується тільки на орних землях. Спосіб також менш застосовний до орних культур, що вирощуються з використанням системи мінімального обробітку ґрунту, порівняно з культурами, що вирощуються з використанням більш глибоких методів обробки ґрунту. Заробка може проводитися тільки до посіву культур. Спосіб також ефективний для внесення РОД, коли інжекція у закриті борозни неможлива, не доступна або створює небезпеку вимивання. Культивуація також зменшує мікропори, які можуть сприяти вимиванню.

Втрати аміаку відбуваються незабаром (протягом кількох годин та днів) після розкидання РОД по поверхні, тому негайне загортання ґною відразу після розкидання сприяє значному скороченню викидів. При негайному закладенню часто потрібне використання другого трактора в агрегаті з технікою для закладення РОД, який повинен рухатися безпосередньо за машиною для внесення.

У справжнє час в господарствах найбільше поширення отримало поверхневе внесення розбризуванням за прямоочною технологією транспортування, це пов'язано зі застарілим парком машин, що складається в основному з морально застарілих машин типу РЖТ та МЖТ.

Найбільш ефективним та екологічно безпечним способом внесення потенційно є внутрішньогрунтове внесення, але воно мало вивчено на застосовність в умовах Київської області, потрібні додаткові дослідження.

1.3. Критерії оцінки способів та технічних засобів, що застосовуються при внесенні рідкого органічного добрива

У загальному випадку з допомогою критерію можна оцінювати якості як бажані (наприклад прибуток, продуктивність, надійність), так і небажані (витрати, витрата матеріалу або простої обладнання). Тоді в першому варіанті прагнуть до максимізації критерію, а в другому – до його мінімізації [1, 21].

У нашому випадку критеріями оцінки, а, відповідно, і вибору способу, можуть служити техніко-економічні та екологічні показники.

Як узагальнюючий критерій оцінки технологій та технічних коштів зазвичай застосовують наведені витрати на одиницю виробленої продукції. Очевидно, що цей показник, як і експлуатаційні витрати, сильно залежить від рівня цін на енергетичні і матеріальні ресурси, а також від рівня оплати праці.

В умовах ринкової економіки ціни та тарифи сильно варіюють у залежності від кон'юнктури ринку. У зв'язку з цим, експлуатаційні та наведені витрати дуже мінливі і можуть бути критеріями оцінки технологій і технічних засобів тільки в даний момент часу.

Більш стабільними є натуральні показники ефективності виробництва: трудомісткість, металомісткість та енергоємність виробництва продукції.

Але ці показники не враховують минулих витрат, уречевлених в машинах, наливі, електроенергії та ін.

Для процесів використання рідких органічних добрив на основі гною особливо важливими є показники екологічної безпеки та екологічний ефект пропонувані технологій. Екологічний показник безпеки характеризується впливом хімічних і біологічних речовин вихідного матеріалу на компоненти навколишнього середовища. Показник екологічного ефекту відображає користь для навколишнього середовища в результаті використання органічних добрив [1, 6].

Для оцінки технологій внесення РОД на основі гною великого рогатої худоби доцільно застосовувати в якості критеріїв оцінки техніко-економічні та екологічні показники.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

2.1. Структурний аналіз технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив

У цій роботі застосовані терміни та визначення, що використовуються в літературі з технологічного проектування [1, 21, 23, 31, 32, 33, 36, 44].

Технологія (Т) - це логічна сукупність технологічних процесів, що забезпечує отримання кінцевого продукту (зерно, картопля тощо).

Технологічний процес (ТП) - логічно впорядкована сукупність технологічних операцій, що перетворює один стан об'єктів технології в інший, який у певному сенсі вважатимуться кінцевим (внесення тощо.).

Технологічна операція (ТО) - процес зміни об'єктів технології під впливом постійної зброї при постійному характері впливу (заорювання, навантаження, транспортування).

Виходячи з цих визначень, на рис. 2.1 представлена структурна схема транспортування та внесення.

Широкий ринок методів та технічних засобів транспортування та внесення РОД забезпечує її багатоваріантність: $T \in T^2$. Багатоваріантність виявляється у можливості транспортування та внесення добрив у різний спосіб, при різному мікрорельєфі поля (рівна поверхня, внесення під різні сільгосп культури), ті. забезпечується множинність рішень, кожне з яких в однакових умовах має від інших кінцевий результат за величиною врожаю (У), втрат поживних елементів і витрат ресурсів (ΣЗ).

Як видно на малюнку, кожен варіант технології складається з наступних один за одним технологічних процесів (УП). Виходячи з визначення технологічного процесу, технології транспортування та внесення включають 6 технологічних процесів:

ТП01 – завантаження добрива

НУБІП України

ТП02 - транспортування добрива

ТП03 - перезавантаження добрива

ТП04 - проміжне зберігання добрива на польових сховищах

ТП05 - завантаження в технологічну машину внесення

ТП05 - внесення добрива

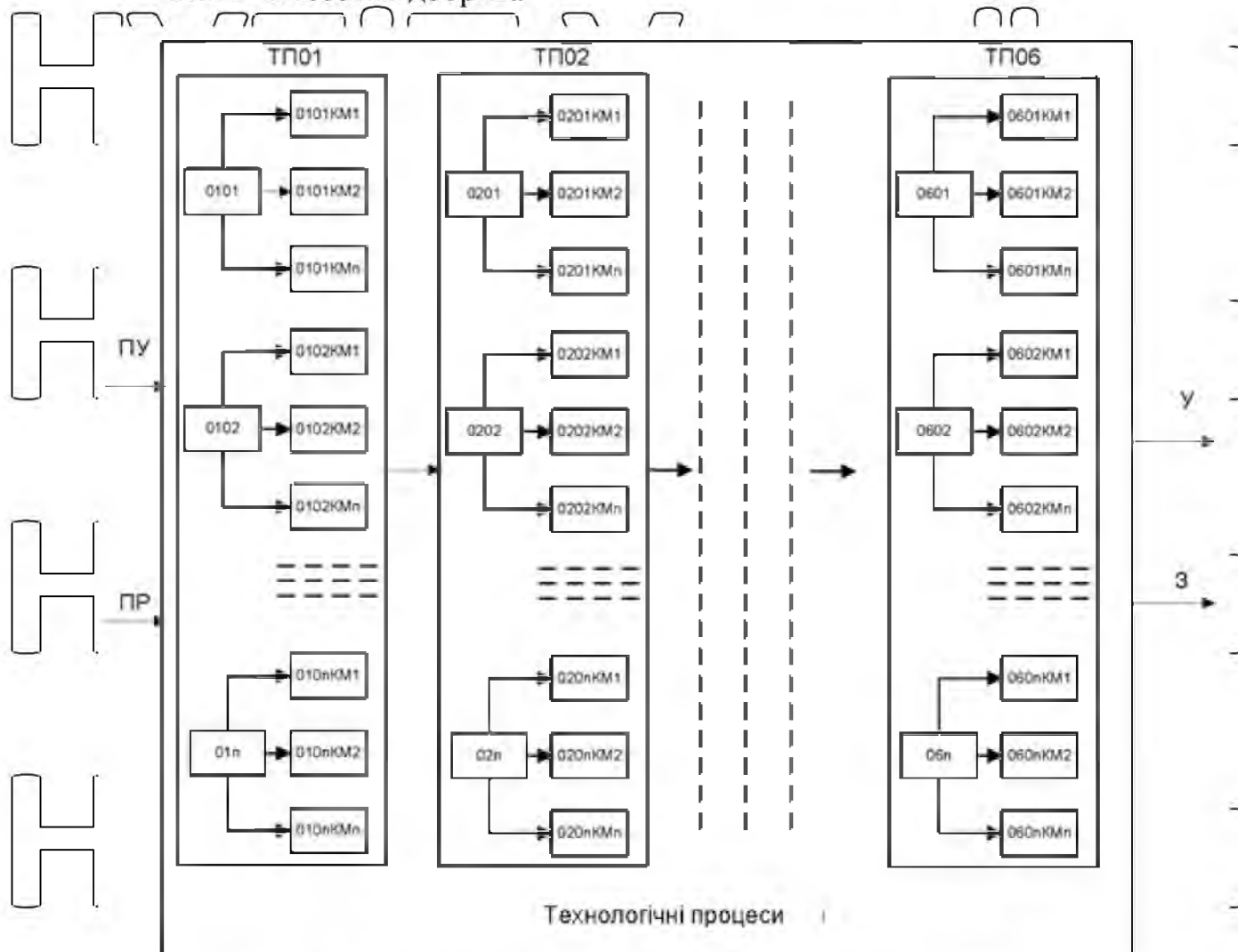


Рис. 2.1 - Структурна схема багатоваріантної технології

НУБІП України

У деяких варіантах технології окремі технологічні процеси можуть бути відсутніми.

При транспортуванні РОД за прямоочною технологією відсутня технологічний процес 'перезавантаження РОД з транспортної машини на машину для внесення'. Рациональна структура технології визначається викідною ситуацією у конкретних господарських умовах.

НУБІП України

Кожен технологічний процес кожного варіанта технології складається з альтернативних технологічних операцій (ТО), внаслідок чого також множинністю варіантів: $ТП_i \in \{ТП\}$. Наприклад, ТПО6 «внесення добрива» зокрема внутрішньогрунтове має такі альтернативні варіанти:

- внесення дисковими робочими органами;
- внесення із закриттям канавок;
- внесення робочим органів у вигляді культиваторної лапи та інші.

Кожен із альтернативних варіантів надає певний вплив на кінцевий результат та витрати ресурсів.

Кожна технологічна операція виконується технологічним агрегатом (КА). Сучасний ринок забезпечує багатоваріантність кожної технологічної операції: $ТО_i \in \{ТО\}$ внаслідок того, що $КА_i \in \{КА\}$.

Кожен агрегат відрізняється від інших ресурсоемністю та продуктивністю, а саме трудомісткістю. Вибір оптимального варіанта також залежить від характеру вихідної ситуації.

Логічна сукупність технологічних процесів відповідно до принципу наслідування (\rightarrow) може бути представлена виразом:

$$ТПО1 \rightarrow ТПО2 \rightarrow ТПО3 \rightarrow \dots \rightarrow ТПО6 \in T \quad (2.1)$$

Принцип наслідування визначає таке відношення між технологічними процесами, коли вихідні параметри попереднього відповідає входним наступного.

Враховуючи багатоваріантність технологічних процесів, цей запис може бути представлений так:

$$\{ТПО101 \cup ТПО102 \cup \dots \cup ТПО1n\} \rightarrow \{ТПО201 \cup ТПО202 \cup \dots \cup ТПО2n\} \rightarrow \dots \rightarrow \{ТПО601 \cup ТПО602 \cup \dots \cup ТПО6n\} \in T \quad (2.2)$$

де \cup читається "або".

Аналогічно може бути представлена структура технологічного комплексу машин:

$$\{0101КМ1 \cup 0102КМ1 \dots \cup iКМ1\} \rightarrow \{0102КМ2 \cup 0102КМ2 \dots$$

$$U_i K M_n \in \{0101 K M_n \cup 0102 K M_n \dots U_i K M_n\} \in K M_n \quad (2.3)$$

Наявність багатоваріантності технологічних процесів та комплексів машин пояснюється різноманіттям ґрунтово-кліматичних та господарських ситуацій та має на меті адаптацію техніко-технологічних рішень до певної господарської ситуації. При цьому завдання прийняття рішення може бути сформульована як пошук такого розбиття ситуацій « S » на класи, при якому кожному класу відповідає одне або кілька допустимих рішень. З множини допустимих рішень « R » необхідно знайти таке рішення $\in \{ R \}$, яке наводить систему з початкового стану $S_0 \in \{ S \}$ в кінцеве так, щоб критерій оцінки рішення $Q (R)$ прагнув максимум або мінімум.

$$Q_{opt} = \max \{ Q (R) \} \cup \min \{ Q (R) \} \quad (2.4)$$

2.2. Порядок отримання вихідної інформації

При отриманні вихідної інформації та дослідженні складних процесів до них відносяться процеси формування машинних технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив із ґною великої рогатої худоби, застосовуються експериментально-статистичні методи. Відомості, отримані в результаті пасивного (машинного) та активного - експериментів, є вихідними даними [1, 4].

Активний експеримент - це експеримент, при плануванні якого вже на початку роботи і далі використовуються математико-статистичні методи. При цьому дослідник може активно втручатися в експеримент, видозмінюючи умови роботи об'єктів спостереження з метою отримання певних закономірностей, змінювати напрямок експерименту або переформулювати завдання.

Пасивний або машинний експеримент - це експеримент, який заснований на реєстрації вхідних та вихідних параметрів, що характеризують об'єкт дослідження, без втручання в експеримент у процесі його проведення із застосуванням математико-статистичних методів тільки після закінчення експерименту для обробки зібраних експериментальних даних на ПК.

Активне втручання у розвиток процесу дозволяє цілеспрямовано та швидко розкривати потрібні залежності між параметрами та визначати область оптимального режиму.

Математичне опис у разі визначається задля всього діапазону зміни змінних, лише для тієї області, що відповідає оптимальним умовам протікання процесу. Для дослідження більшості процесів це не завжди можливе, оскільки подібне експериментування пов'язане з небезпечною зриву режиму роботи системи, що може призвести до небезпечних наслідків надалі.

При використанні пасивного (машинного) експерименту дослідник змушений збирати дані, які з'являються в ході природного прояву закономірностей, що його цікавлять. Математичний опис, отриманий на основі пасивного експерименту, буде справедливо для діапазону зміни змінних, що спостерігався. Виведені їх умови оптимальності мають приватний характер і їх можна поширити лише тих об'єктів, які у подібних умовах.

Зіставлення переваг і недоліків цих двох способів призводить до наступних висновків: спосіб активного експерименту доцільно застосовувати в тому випадку, коли процес досліджується на лабораторних установках, тобто коли експериментатор може активно втручатися в процес, підтримувати незалежні змінні на необхідному рівні, в широких межах змінювати керовані змінні.

Для вивчення процесів, що протікають у реальних системах, економічно виправданим, а часто і єдиною можливим є спосіб пасивного експерименту. Він дозволяє повноту інформації використовувати поточну звітність.

В наших умовах застосований експериментально-статистичний метод, тобто метод машинного експерименту без втручання в характер процесів, що протікають [27].

2.3. Визначення технологічних параметрів технологій транспортування та внесення рідкого органічного добрива на основі гною великої рогатої худоби

2.3.1. Визначення кількості та якості гною

Мета розрахунку полягає в тому, щоб визначити кількість та якість отриманих органічних добрив.

Основою органічних добрив, одержуваних на тваринницьких підприємствах, становлять екскременти тварин. Кількість та якість залежать від виду та віку тварин, типу годування, тривалості стійлового періоду, способу утримання та системи видалення гною з приміщення утримання тварин.

Вихід екскрементів на фермі на добу визначається за такою формулою:

$$G_E = \sum_{j=1}^{N_z} g_j N_j, \quad (2.6)$$

де N_j - кількість тварин у статеві-вікових групах, гол/

N_z - кількість груп на фермі;

g_j - норма виходу екскрементів від тварини на добу, кг/ добу гол .

Значення g_j приймається згідно з нормативно-довідковою літературою [26, 35].

Вихід гною по фермі:

$$M_H = (G_E + P + B) T_C, \quad (2.7)$$

де P - витрата підстилкового матеріалу по фермі, кг/доб.;

B - витрата води по фермі, що потрапляє до системи гноєвидалення, кг/добу;

T_C - стійловий період, добу.

Вихід гною в пасовищний період приймається обсягом 50% від річного, при вигульному утриманні - 85% розрахункового.

- Витрата підстилки та води визначаються за такими формулами:

$$P = \sum_{j=1}^{N_z} p_j N_j \quad (2.8)$$

де v_j - норма витрати підстилки одну голову на добу, кг/доб.гол.

$$B = \sum_{j=1}^{N_z} v_j N_j, \quad (2.9)$$

де v_j - добовий витрата води одну голову на добу, кг/доб.гол. Нормативи щодо витрати підстилки та води беруться з нормативно-довідкової літератури [35, 76, 86, 93], проте на практиці найчастіше спостерігаються відхилення від даних значень, тому для конкретних господарств необхідно уточнювати фактичні значення даних величин.

Вологість одержуваного гною W_H можна визначити за формулою:

$$W_H = \frac{\sum_{j=1}^{N_z} v_j N_j W_E + P W_{II} + 100B}{G_E + P + B}, \quad (2.10)$$

де W_E , W_{II} - вологість екскрементів та підстилки, %.

Визначальним в обсягах виходу безпідстилкового гною є співвідношення між кількістю екскрементів і води, що додається в них. Залежно від вмісту технологічної води розрізняють напіврідкий (вологістю 85-92%), рідкий (вологістю 92-97%) безпідстилковий гній і гною стоки (вологістю понад 97%) [26, 35].

Залежність між вологістю та обсягом виходу безпідстилкового гною виражається формулою:

$$V_2 = \frac{V_1(100 - W_1)}{100 - W_2}, \quad (2.11)$$

де V_1 - початковий обсяг гною, м³;

V_2 - обсяг безпідстилкового гною після розведення водою, м³;

W_1 - початкова вологість гною, %;

W_2 – вологість гною, розведеного водою, %.

Вміст води в безпідстилковому гною переважно залежить від способу його видалення з тваринницького приміщення. Орієнтовні значення виходу гною на тваринницьких комплексах при різних системах його видалення та витрати виробничої води є у нормативно-довідковій літературі (табл. 2.1) [1].

Ферми та річний вихід гною

Таблиця 2.1

Тип ферми	Потужність ферми, гол.	Вихід гною, т/рік, вологість, %
Молочні ферми	200	8581,679 (86,5)
	200	13165,08 (91,2)
	600	25745,04 (86,5)
	600	39495,23 (91,2)
	1000	42908,4 (86,5)
	1000	65825,38 (91,2)
	1500	64362,59 (86,5)
	1500	98738,07 (91,2)
	2000	85816,79 (86,5)
	2000	131650,8 (91,2)
	2500	107271 (86,5)
	2500	164563,5 (91,2)

Відрізняють механічні та гідравлічні способи видалення. Механічні методи (за допомогою транспортерів) характеризуються низькими витратами технологічної води. При механічній системі отримують напіврідкий гній.

Видалення самосплавом або гідрозливом супроводжується попаданням у гній великої кількості води. У разі отримують рідкий гній. Система прямого

зміну (гідрозмив) призводить до більш значного розведення гною технологічною водою та отримання гнійних стоків.

На рис. 2.3 показано зміну обсягу гною щодо обсягу екскрементів в результаті його розведення водою.

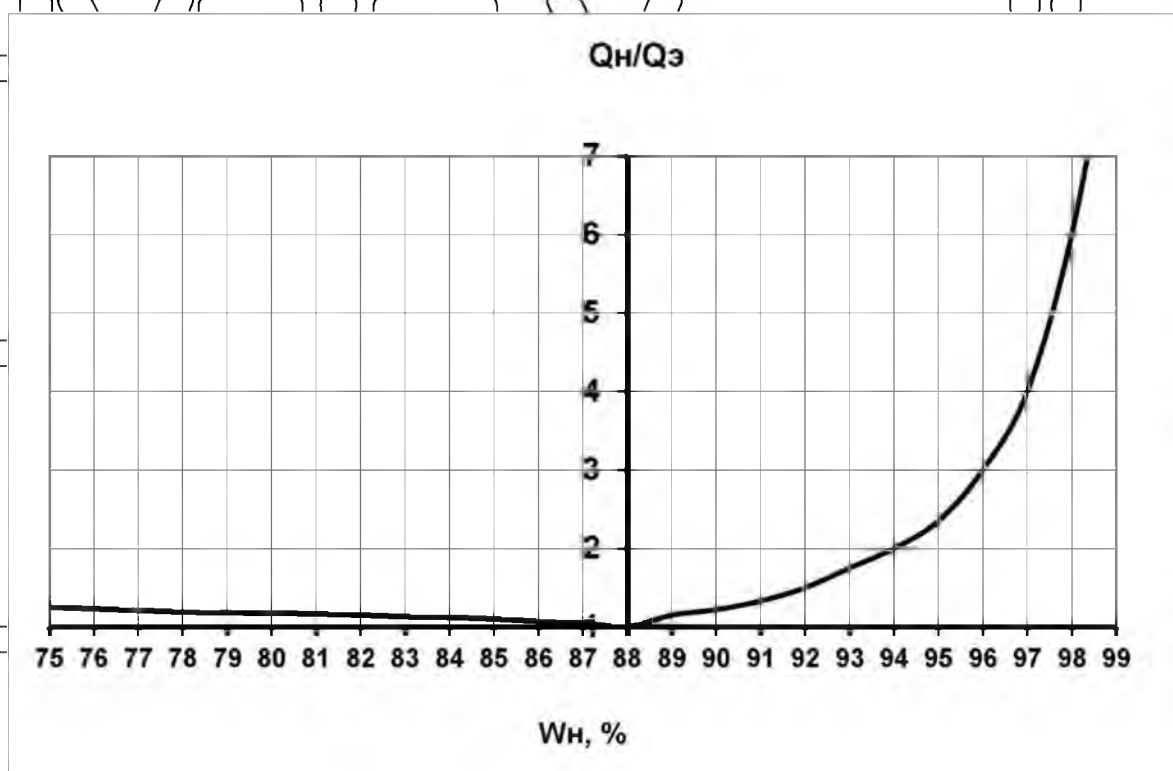


Рис. 2.3 - Співвідношення кількості екскрементів та гноївки залежно від

її вологості.

Концентрація NPK визначається виразом:

$$K_j^{CM} = \frac{(1 - f_j^{cyd}) K_j^E \sum G_{Ei} (100 - W_{Ei}) + (100 - W_{II}) P_{II} K_j^{II}}{\sum G_{Ei} (100 - W_{Ei}) + (100 - W_{II}) P_{II}} \quad (2.12)$$

де K_j^{CM} - зміст NPK суміші, %;

f_j^{cyd} - втрати NPK у процесі видалення гною, у частках одиниці;

K_j^E - зміст NPK екскрементів тварин, %;

НУБІП України

K_j^I - зміст NPK використовуваної підстилки.
Значення K_j^E і K_j^II за видами тварин і матеріалів підстилки зазначені в таблицях 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.2

Вміст NPK використовуваної підстилки.

Матеріал	Вміст на абсолютне суху речовину %						
	Органічної речовини	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
Торф фрезерний для підстилки :							
- верховий	95	49	1,5	0,2	0,1	0,5	1000
- перехідний	95	47	2,0	0,3	0,2	1,3	700
Торф для приготування компостів:							
- верховий	95	49	1,5	0,2	0,1	0,5	1000
- перехідний	95	47	2,0	0,3	0,2	1,3	700
- низинний	92	46	3,0	0,4	0,3	2,6	600
Соломо зернових культур (подрібнена)	95	48	0,5	0,3	1,0	0,3	300
Гирса	94	46	0,25	0,3	0,8	1,4	400
Деревна кора	94	42	0,5	0,1	0,1	0,1	250
Лігнін	93	38	0,3	-	-	0,7	300

Таблиця 2.3

Вміст NPK екскрементів тварин.

Добрива цінність свіжого гною великого рогатої худоби від маси сухого речей-ства	Вміст поживних речовин (% до сухої речовини)		
	Азот (N)	Фосфору (P ₂ O ₅)	Калію (K ₂ O)
- загальне зміст	3,2	1,8	5,0
- у рідкій фракції	1,28	0,84	4,25
- у твердій фракції	1,92	1,76	0,75

НУБІП України

2.3.2. Визначення технологічних параметрів операцій із переробки гною в органічне добриво

До процесу приготування органічних добрив з гною відносяться операції з поділу гною, його стабілізації або обробки отриманих фракцій, можливий варіант змішування його з вологопоглинаючими матеріалами та подальшим компостуванням, зберігання органічних добрив [1, 26, 48].

Поділу на фракції піддається, як правило, рідкий гній та гною стоки на свинарських підприємствах потужністю 12 тис. свиней на рік і більше і на підприємствах великої рогатої худоби потужністю 2500 голів молодняку на рік і більше.

Доцільність поділу рідкого гною та гнійних стоків на фракції незалежно від потужності підприємства у кожному конкретному випадку має бути додатково визначена, виходячи з їхньої вологості, а також вимог до подальшої обробки, зберігання та використання.

При поділі гною на фракції маса кожної фракції визначається за формулами:

$$m_1 = \frac{m_{вих} (W_{вих} - W_2)}{W_1 - W_2}, \quad (2.13)$$

$$m_2 = m_{вих} - m_1, \quad (2.14)$$

де $m_{вих}$, m_1 , m_2 - відповідно маса вихідного гною та його фракцій, кг;

$W_{вих}$, W_1 , W_2 - вологість вихідного гною та його фракцій, %.

Для підвищення ефективності виділення сухих речовин у деяких випадках вводять у рідку фракцію високомолекулярний поліелектроліт - флокулянт.

З розрахунку 3,0 - 4,0 кг сухого порошку на 1 т сухих речовин гною. Сухий порошокподібний флокулянт перед надходженням до рідкої фракції гною розчиняється у воді за допомогою автоматичної станції приготування концентрованого розчину флокулянту. Витрата води для приготування розчину флокулянту становить 1 м³ на 1 кг сухого порошку. го речовини у процесі обробки.

Маса отриманого добрива:

$$M_k = M_{CM} [1 - 6\varepsilon(1 - 0.01)W_{CM}] \quad (2.15)$$

де ε – коефіцієнт розкладання органічної речовини в процесі зберігання.

Вміст NPK у готовому добриві $K_j^{добр}$ визначається за формулою:

$$K_j^{добр} = (1 - f_j^{добр}) K_j^{см}, \quad (2.16)$$

де $f_j^{добр}$ – втрати NPK у процесі обробки гною, у частках одиниці;

Внесення в ґрунт. Вміст NPK у добривах, що надійшли в ґрунт $K_j^{внс}$:

$$K_j^{внс} = (1 - f_j^{внс}) K_j^{добр} \quad (2.17)$$

де $f_j^{внс}$ – втрати NPK у процесі внесення добрива у ґрунт, у частках одиниці.

Площа внесення добрив визначається живильним елементом, що дає максимальну величину площі:

$$S_j = \frac{1000G_{доб} (1 - 0.1K_{доб}) K_j^{внс} K_j^{вн} 100}{100Y_{пл} B_j - \Pi_j K_{\Pi j}} \rightarrow \max, \quad (2.18)$$

де $G_{доб}$ – маса органічних добрив, кг;

$K_j^{вн}$ – коефіцієнт використання NPK із добрив;

B_j – винос NPK урожаєм, кг/га;

$Y_{пл}$ – планований урожай, кг/га;

Π_j – вміст поживних елементів у ґрунті кг/га;

$K_{\Pi j}$ – коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту. Потреба

додатковому обсязі мінеральних добрив визначається за формулою:

$$R_j^{мін} = \frac{(100Y_{пл} B_j K_{\Pi j}) S_j - G_{доб} K_j^{внс} K_j^{вн}}{10K_j^{мін} K_{уо}^{мін}}, \quad (2.19)$$

де S_j – площа внесення добрив, га,

$K_j^{мін}$ - коефіцієнт діючої речовини у мінеральних добривах;
 $K_{vd}^{мін}$ - коефіцієнт використання NPK мінеральних добрив.

2.4. Методика вибору способів та засобів механізації

Для вибору способів і засобів механізації сільськогосподарського виробництва можуть бути застосовані методи, яких на сьогоднішній день багато і які мають тільки модельні приклади [40].

Автоматизовану методику формування машинних технологій транспортування та внесення рідкого органічного добрива представимо у вигляді схеми (рис. 2.5). Схеми є наочний посібник покрокового виконання процесів. Блок «паспорт підприємства» включає інформацію про виробничі фактори, ресурси і техніко-технологічні характеристики. Блок «бази даних» містить нормативно-довідковий матеріал банку знань та матеріал бази даних технічних засобів та обладнання. Блоки з маркуванням А1-А15 містять алгоритми формування, розрахунку ресурсів, порівняльної характеристики і т.д. на кожному етапі виконання проектування варіантів технологій. Блоки БП-БП5 фіксують результат розрахунку у вигляді таблиць з метою доступу для редагування та прийняття остаточного рішення. Блоки «О1, О2, О3» виводять отриманий результат на дисплей у діалоговому режимі для аналізу та, у разі потреби, редагування. Блок «Т.к.» виводить на друк результат або кілька результатів раціональних варіантів технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив.

При формуванні технологічних ліній технічними засобами та обладнанням враховуються попередньо виконані ітерації щодо визначення елементів технології [24].

НУБІП України

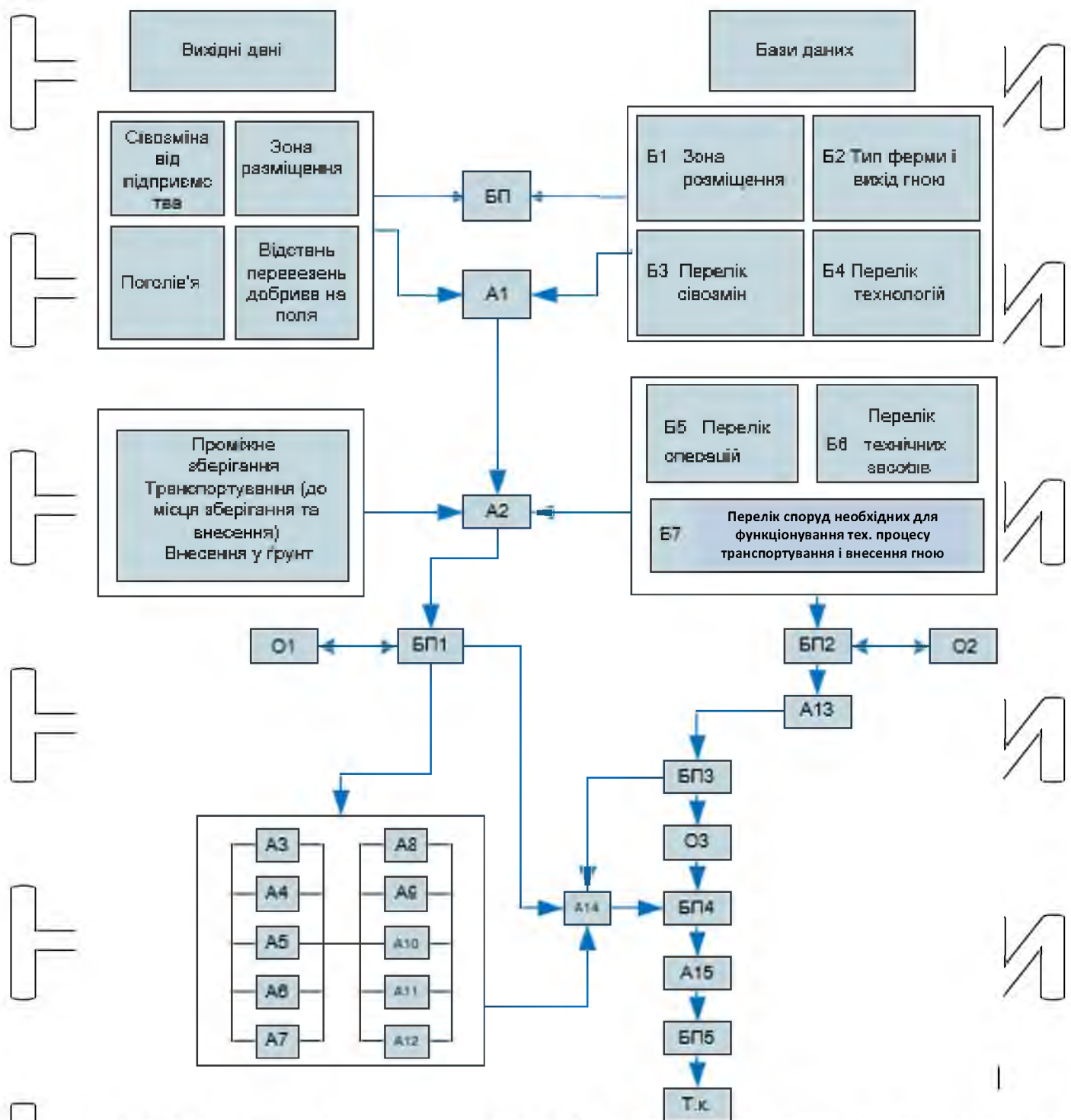


Рис. 2.5 – Схема автоматизованої системи формування технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив.

Відповідно до принципу суміщення та проходження технічні комплекси та засоби, що не потрапляють під технологічно прийняті рішення, ігноруються.

Сформована база даних з технічних комплексів, засобів та обладнання представляє широкі можливості для формування технологічних ліній.

Для виконання операцій транспортування та внесення рідких органічних добрив розроблено досить велику кількість машин, що різняться між собою продуктивністю, витратою палива, технологічними показниками та ціною. Для вибору технічних засобів розроблено низку алгоритмів, які дозволяють вибрати найбільш ефективний комплекс машин для заданих умов.

Як приклад наведемо алгоритм оцінки ефективності технічних засобів для транспортування та внесення органічних добрив (рис. 2.6)

Організацію робіт техніки із застосування добрив починають із плану завдання річного обсягу внесення добрив ($Q_{др}$):

$$Q_{др} = \sum_{i=1}^n Q_{yi}, \quad (2.20)$$

де $Q_{др}$ - кількість добрив, необхідних для внесення на кожне поле.

Q_{yi} розраховується з умови:

$$Q_{yi} = D S_1, \quad (2.21)$$

де D - Доза внесення добрива, т/га;

S_1 - площа поля, що добрять, га.

Необхідне число машин (n) для транспортування та внесення визначається за такою формулою:

$$n = \frac{Q_{др}}{W_M T_A}, \quad (2.22)$$

де W_M - продуктивність машин, т/год,

T_A - кількість годин в агротехнічному терміні, год.

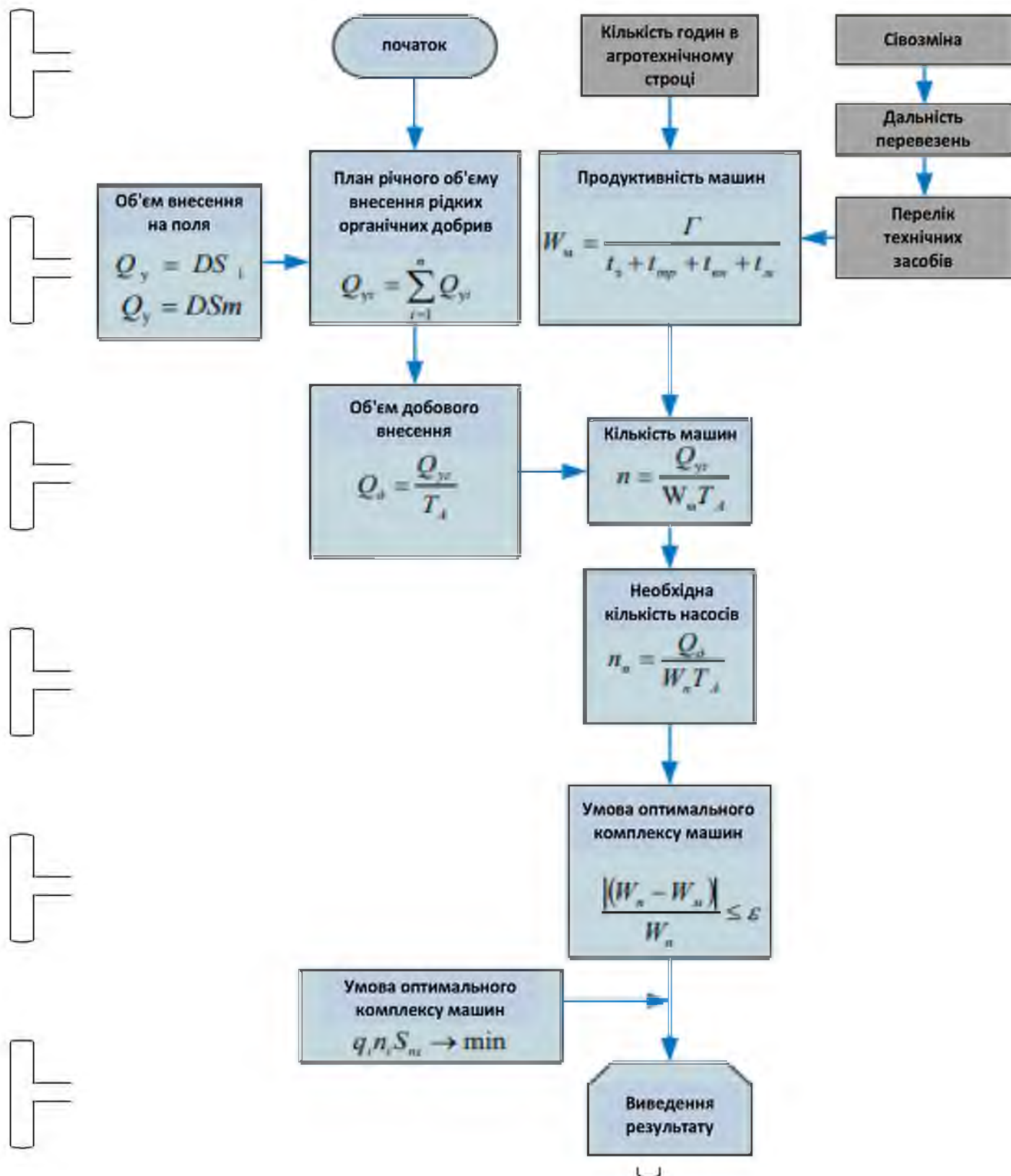


Рис. 2.6 – Алгоритм вибору раціонального складу технічних засобів для

транспортування та внесення органічних добрив.

НУБІП України

Продуктивність машин дорівнює:

$$W_M = \frac{\Gamma}{t_z + t_{mp} + t_{en} + t_M}, \quad (2.23)$$

де Γ – вантажопідйомність транспортного засобу, т.

t_z – тривалість завантаження однієї машини, год;

t_{mp} – час транспортування, год;

t_{en} – Час внесення, год;

t_M – час маневрування, год.

Для безперервності технологічного процесу внесення добрив необхідно, щоб сумарна продуктивність використовуваних транспортних засобів (W_M) була не вищою за продуктивність навантажувача (W_n).

Кількість добрив, необхідна для щоденного внесення (Q_d), т:

$$Q_d = \frac{Q_{yA}}{\Gamma_A}, \quad (2.24)$$

Число насосів для навантаження визначається з виразу:

$$n_n = \frac{Q_d}{W_n \Gamma_A}, \quad (2.25)$$

Комплекс машин з внесення буде раціональним, якщо дотримується співвідношення продуктивності вантажних машин та машин з транспортування та внесення органічних добрив:

$$\left| \frac{W_n - W_M}{W_n} \right| \leq \varepsilon, \quad (2.26)$$

де ε – допустима похибка відхилення продуктивності машин ($\varepsilon = 0,01 \dots 0,05$).

Основні витрати при транспортуванні та внесенні органічних добрив припадають на паливо, тому в якості додаткового обмеження завдання вибору засобів транспортування та внесення добрив введемо обмеження на мінімальну витрату палива при виконанні заданого обсягу робіт.

$q_i D_i S_{nj} \rightarrow \min, \quad (2.27)$
 де q_i - Витрата палива i -м транспортним засобом на одиницю пробігу;
 n_i - кількість транспортних засобів i -го виду;

S_{nj} - змінний пробіг транспортного засобу i -го виду.

В результаті проведених розрахунків було визначено технічні засоби транспортування та внесення органічних добрив, що забезпечують найбільшу ефективність залежно від дальності перевезення (Рис. 2.7)

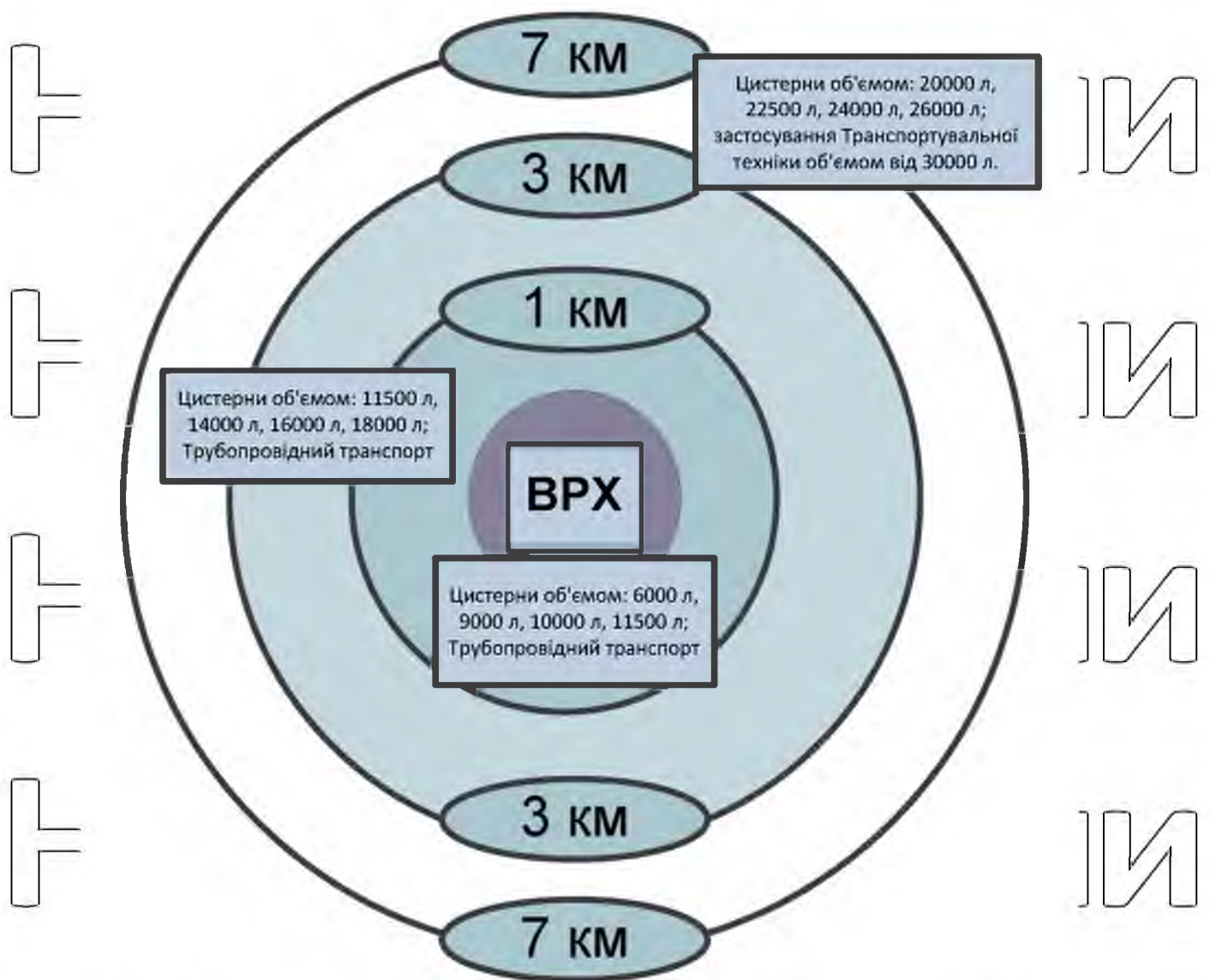


Рис. 2.7 - Рекомендовані машини для транспортування та внесення органічних добрив, залежно від дальності перевезення.

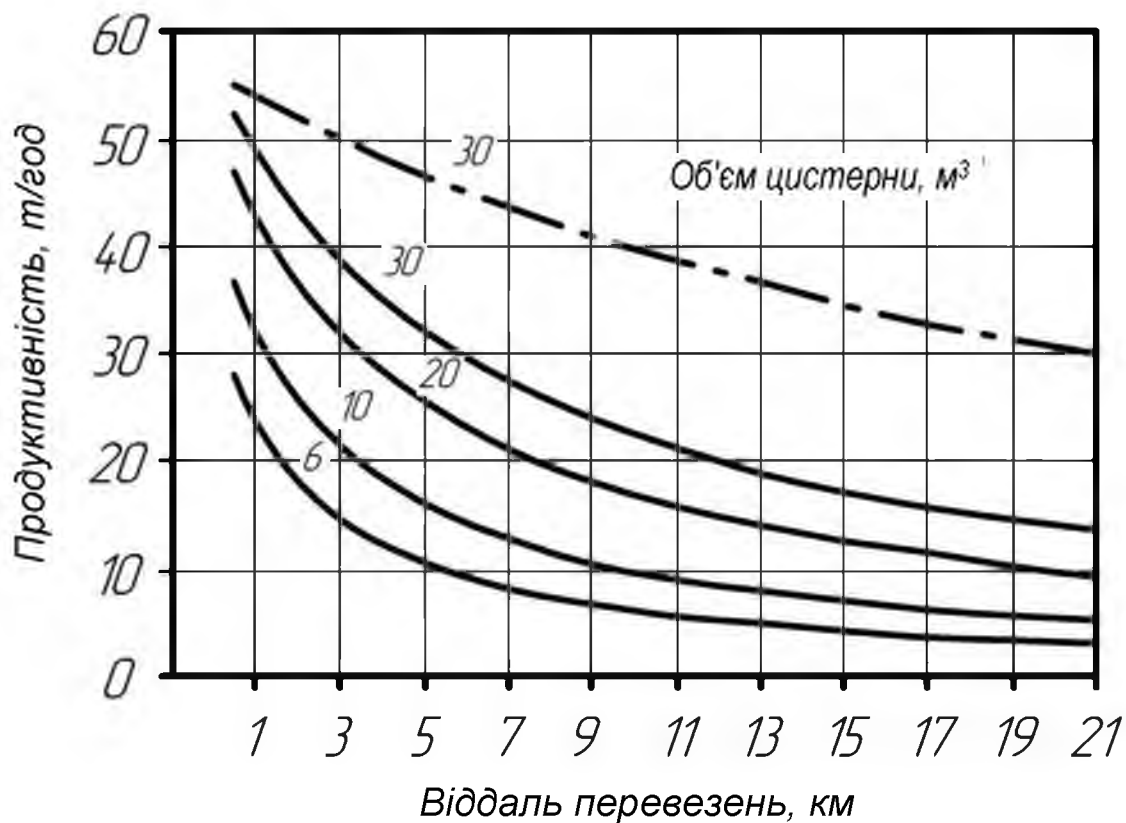


Рис. 2.8 - Залежність продуктивності машин для внесення РОД від вантажопідйомності та відстаней перевезень.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ

3.1. Завдання та програма експериментальних досліджень

Для розробки програми автоматизованого вибору технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив за умов конкретного господарства. Отримано умовний узагальнений критерій $Z_{доб_k}$, який

визначається величиною витрат, що припадають на одиницю обсягу поживних речовин, доведених до рослини та збережених. Складовою частиною критерію є коефіцієнт збереження поживних речовин $K_{екб}^{збер}$ після внесення у ґрунт з часом.

Тому метою експериментальних досліджень було поставлено визначення значення $K_{екб}^{збер}$ та подальше її порівняння зі значеннями отриманими в теоретичній частині для поверхневого та внутрішньогрунтового способів внесення РОД.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання :

- визначення динаміки зміни вмісту поживних елементів у ґрунті (NPK) після поверхневого та внутрішньогрунтового способів внесення.
- визначення здатності агрегату витримувати агровимоги.

Для складання плану проведення експерименту проводився аналіз об'єкта на основі літературних джерел та попередніх досліджень.

Для машин поверхневого та внутрішньогрунтового внесення були вибрано наступні фактори:

Досліджувані фактори :

- нерівномірність внесення по ширині захвату агрегату, Y ;
- нерівномірність внесення по довжині гону,

Контрольовані фактори при дослідженнях.

- відносна вологість гною, що вноситься, W_n %;
- валовий вміст азоту у добривах, N г/л;

НУБІП України

- валовий вміст фосфору у внесеному добриві, P г/л⁰⁰
- валовий вміст калію у добривах, K , г/л;
- температура навколишнього середовища, T , °C;

НУБІП України

- швидкість вітру, U_v м/с;
- відносна вологість повітря, W %;
- відносна вологість ґрунту, W_{II} %;
- валовий вміст азоту в ґрунті, N_{II} г/л;

НУБІП України

- валовий вміст фосфору в ґрунті, P_{II} г/л;
- валовий вміст калію в ґрунті, K_{II} г/л;

НУБІП України

- норма внесення РОД, V_n т/га;
- швидкість руху агрегату, U_a м/с;
- витрата палива, V_T л/га

- глибина внесення h , мм .

НУБІП України

Дослідження поверхневого способу здійснювалися на наступних машинах : для суцільного поверхневого способу внесення РОД розбризкуванням УТ 16200/5, для поверхневого стрічкового внесення через штангову систему із навісними штангами ZUNHAMMER SZ 18.5 PUL для внутрішньогрунтового способу внесення була виготовлена експериментальна встановлення, з робітником органом у вигляді культиваторної лампи. Дані машини та робочі органи у вигляді культиваторних лап при внутрішньогрунтовому внесення, отримали широке поширення в країні.

НУБІП України

НУБІП України

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень

3.2.1. Будова агрегату для суцільного поверхневого внесення розбризкуванням

Схема агрегату для внесення зображена малюнку 3.1.

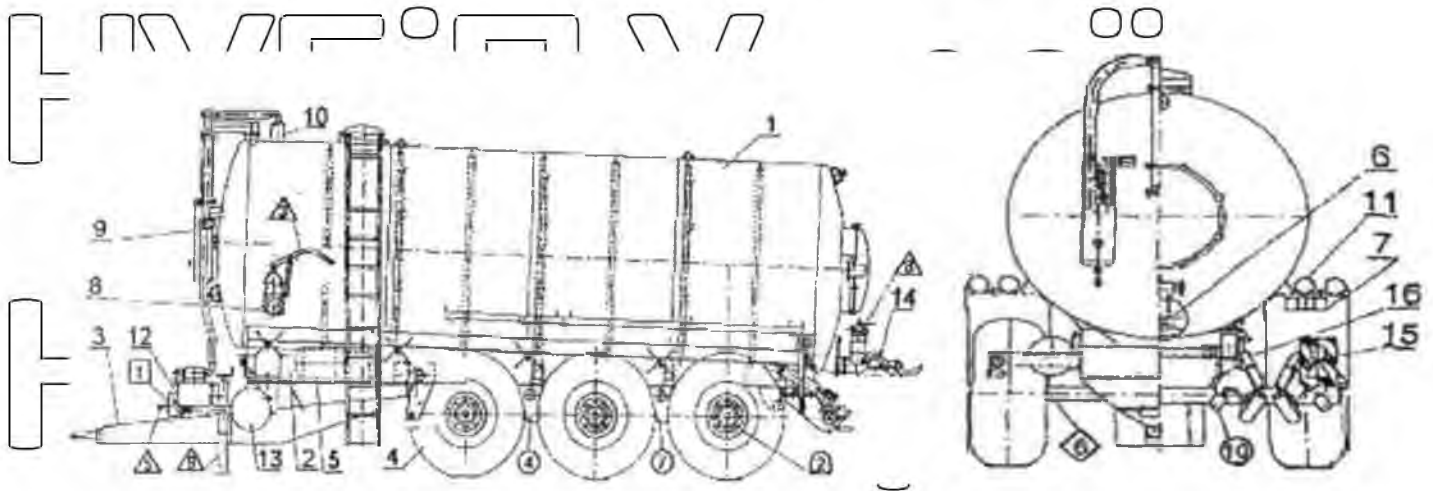


Рис. 3.1 - Схема агрегату для поверхневого суцільного внесення

розбризкуванням РСД.

1 - резервуар для рідкого гною, 2 - рама, 3 - днище, 4 - волюнтий стан, 5 - гальмівна система, 6 - гідравлічна система, 7 - електропроводка, 8 - засуви розподільника, 9 - переливний бачок, 10 - поплавковий клапан, 11 - всмоктувальний рукав, 12 - компресор, 13 - клапан безпеки, 14 - освітлювально-сигналізаційна установка, що підвішується.

Машина для внесення являє собою резервуар 1 розміщений на рамі 2. Рама встановлена на три осі рушіїв 4. Для завантаження і вивантаження встановлена пневматична система, що складається з компресора 12, рукави 11, що всмоктує, і системи безпеки компресора від заливання рідиною: переливний бачок 9, клапан безпеки 13, поплавковий клапан 10. Для керування наповненням або вивантаженням резервуара на машину встановлені: засуви розподільника 8, вакуумметр.

Робота машини

Ротарійний компресор 12, з приводом від валу відбору потужності через карданний вал, через пневматичну систему машини створює вакуумметричний тиск або підвищений тиск в бочці в залежності від розстановки розподільного клапана 8. Наповнення бочки відбуватися шляхом всмоктування через всмоктувальний рукав 11 приєднаного патрубку нижньому розподільного клапана 8 у напрямку « S ». Відкриття нижнього клапана відбувається за допомогою гідравлічної системи машини, тис підключена до гідравлічній системі трактора, що надає можливість регулювання розливання рідини з кабіни трактора. Тиск у пневматичній системі машини вказує закріплений на цистерні вакуумметр.



Рис. 3.2 – Схема робочого органу для поверхневого внесення.

Поверхнєве внесення відбувається наступним чином, рідина подається під тиском на відбивач, при ударі об відбивач, рівномірно розкидається по робочій ширині захвату.

НУБІП України

Таблиця 3.1

Технічні характеристики машини для внесення РОД VT 16200/5.

№ п/п	Найменування	Одиниця вим.	Показники
1	Довжина	мм	9070
2	Ширина	мм	2550
3	Висота	мм	3700
4	Власна маса	кг	8400
5	Власна маса з навантаженням	кг	27000
6	Об'єм бочки	м ³	16,2
8	Спосіб внесення		Викидний піддашок
9	Потужність трактора для агрегування машини	кВт /л/с	185/250
10	Номінальний тиск пневматичної уста новки	Однопровідний	0,6
		Двопровідний	0,8
11	Максимальна швидкість пересування з повним навантаженням а) за зміщеною дорогою б) польовою дорогою	км /год	30
			6
12	Час наповнення резервуара	хв	8
13	Час спорожнення резервуару	хв	10
14	Ширина захоплення робочого органу	Поверхнево ковшем, м	14
15	Отримуване надтиск - ня в бочці	МПа	0,045
16	Натиск на зачіп (максимальний)	кН	30
17	Продуктивність компресора	л / хв / м ³ / год	10000/600
18	Отримуване вакууметричний тиск	МПа	0,08
19	Споживана потужність компресором	кВт	15

НУБІП України

НУБІП України

3.2.2. Будова агрегату для стрічкового поверхневого внесення через штангову систему з навісними шлангами

Схема агрегату для внесення зображено малюнку 3.3.



Рис. 3.3 - Схема агрегату для поверхневого стрічкового внесення через штангову систему з навісними шлангами ZUNHAMMER SZ 18.5 PUL

1 - головний трубопровід подачі добрива; 2 - шланги для подачі добрива; 3 - штанга; 4 - цистерна; 5 - компресор; 6 - розподільник.

Принцип роботи машини відповідає принципу роботи машини для поверхневого внесення, як описано в пункті 3.2.1. Внесення на машині ZUNHAMMER SZ 18.5 PUL відбувається шляхом нагнітання надлишкового тиску 0,045 МПа в цистерні 4, з кабіни трактора відкривається засувка головного трубопроводу подачі добрива 1, добрива трубопроводом 1 подається в розподільник 6, після розподільника РОД рівномірно розподіляється по шлангах

2, розташування на штанзі 3 з між 0 Добриво шлангів вноситься на поверхню ґрунту.

3.2.3. Будова експериментальної установки для досліджень внутрішньогрунтового внесення добрив у ґрунт

Схему експериментальної установки для внутрішньогрунтового внесення РОД зображено на малюнку 3.4

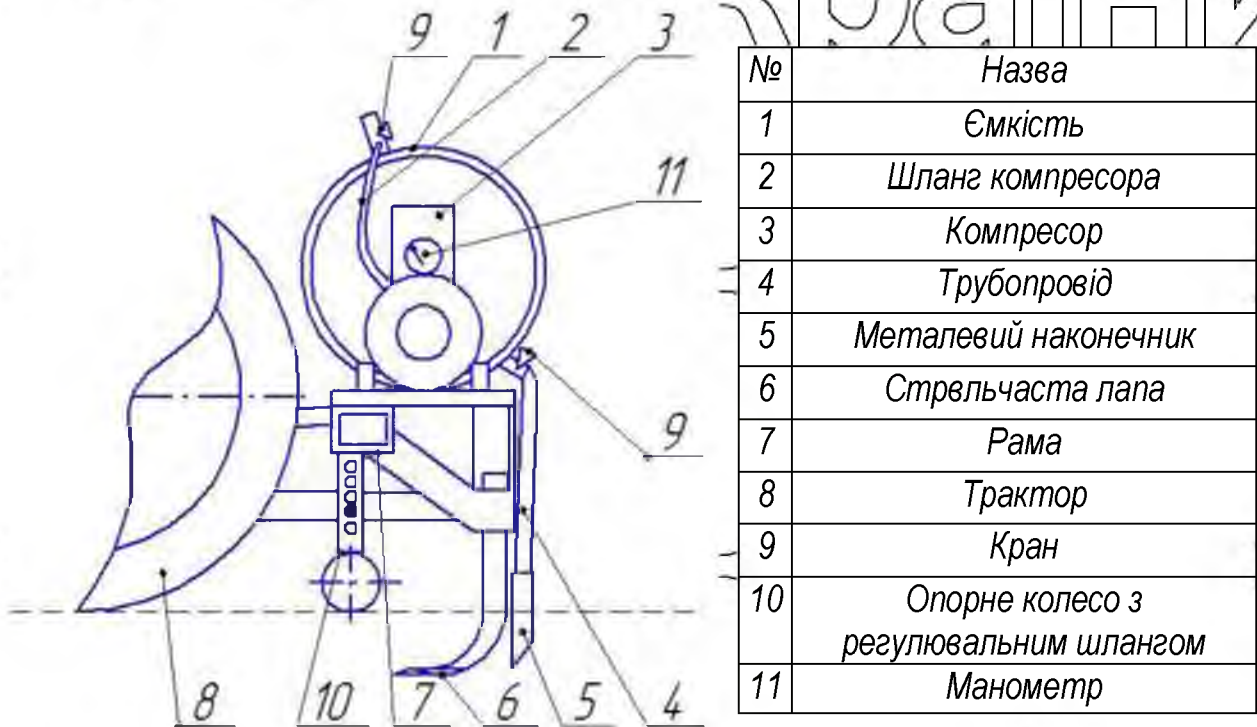


Рис. 3.4 - Схема експериментальної установки для внутрішньогрунтового внесення РОД.

Експериментальна установка є ємністю 1 розміщену на рамі 7. Рама навішується на трактори 8 потужністю 18,3 кВт. на рамі встановлено - три стрільчасті лапи 6 в розстановку 700 мм, до яких кріпитися трубо - провід 4 з металевим наконечником 5. Для створення надлишкового тиску 0,045 МПа в ємності 1, об'ємом 0,1 м³, використовується поршневий компресор 3 с манометром 11 для простеження тиску ємності 1. Управління розвантаженням РОД проводиться за допомогою крана 9.

Принцип роботи експериментальної установки полягає в наступному:

поршневий компресор 3, з продуктивністю 280 л/хв, з приводом від електродвигуна потужністю 3,2 кВт, через шланг 2, створює надлишковий тиск у ємності 1, при відкритті крана 9 РОД під тиском через трубопровід 4 поступає в порожнину утвореною стрілкою лапою в ґрунті на глибині 10 см. Глибина внесення 12 см виставляється опорним колесом із регулювальною штангою. Доза внесення нормується надлишковим тиском у ємності 1 у розмірі 0,045 МПа та швидкістю руху установки 7,8 км/год.

3.2.4. Методика визначення динаміки зміни змісту поживних елементів в часом після внесення рідких органічних добрив

Поле, на якому проводилися дослідження, має дерново-підзолистий тип ґрунти зі середнім суглинком, має орний небокрай 25 див. За рік до досліджень на полі вирощувався картопля. Внесення РОД проводилося дозою 30 т/га. Поле має площу 0,5 га, довжину 100 м та ширину 50 м.

Перед початком внесення РОД розбивалося поле на ділянки для внутрішньогрунтового і поверхневого внесення за схемою викинутої малюнку 3.

5.. Вибір розмірів ділянок обґрунтований шириною захоплення робочого органу агрегату внутрішньогрунтового внесення 1,4 м, для поверхневих способів 12 м.

До внесення відбиралися проби внесеного РОД в обсязі 1 літра для аналізу його в агрохімлабораторії на відносну вологість, на валове вміст азоту, фосфору, калію. Заповнювалися ємності рідким органічним добривом. На машинах для поверхневого внесення задавалися дози внесення, експериментальній установці для внутрішньогрунтового внесення задавалася доза та глибина внесення.

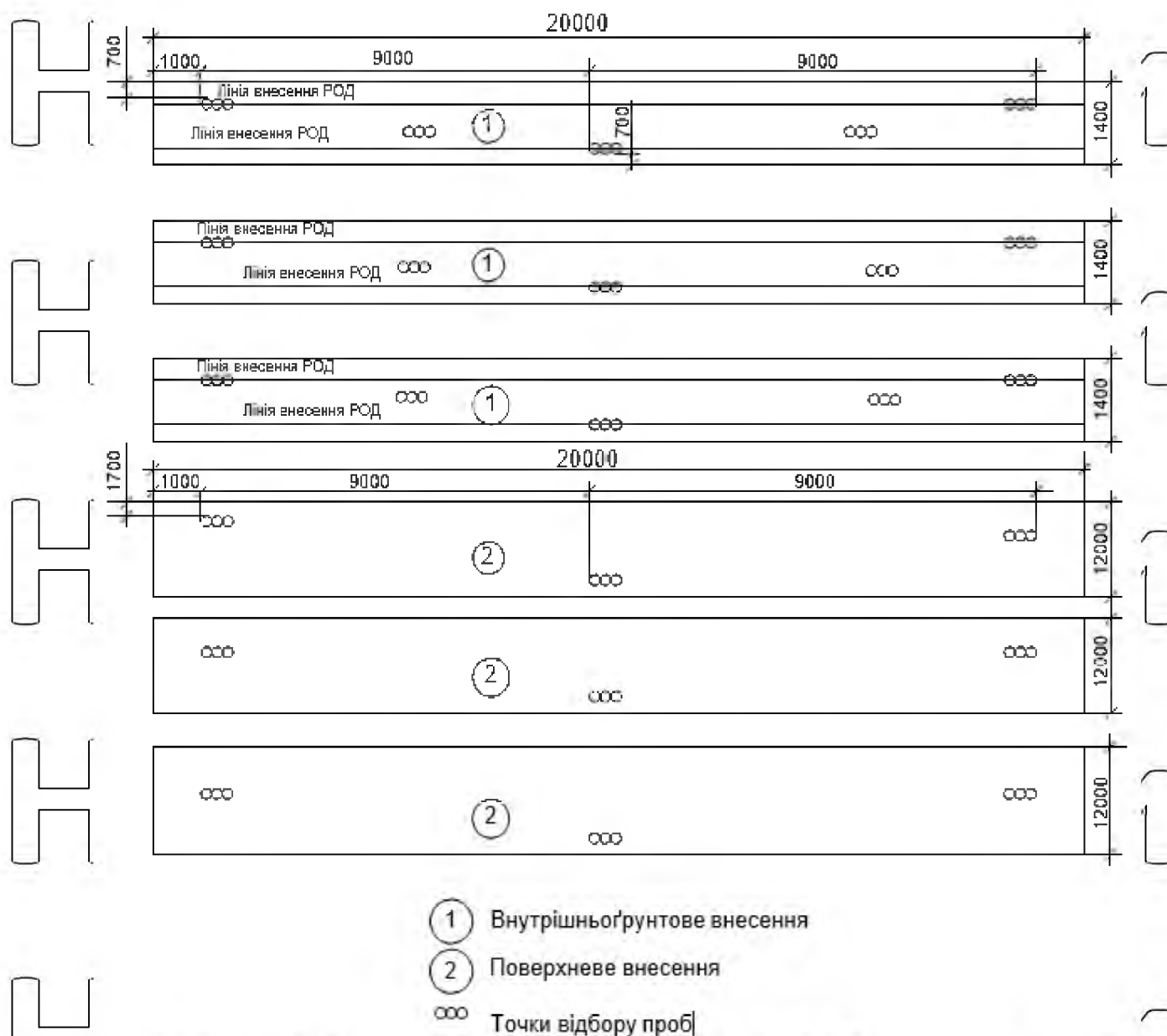


Рис. 3.5 - Схеми розбиття поля на ділянки

Відбиралися проби ґрунту об'ємом 0,5 літра до внесення для хімічного аналізу в агрохімлабораторії на відносну вологість, на валове вміст азоту, фосфору, калію.

Трактор з встановленням робить прохід по першій ділянці. Після проходження агрегату протягом перших 10 хв відбиралися проби ґрунту для хімічного аналізу в агрохімлабораторії у трьох краткій повторності на початку ділянки, в середині та наприкінці за схемою, зображеною на малюнку 3.5. Відбір проб робимо додатково через 30 хв, 1 годину, 2 години, 5 годин і наступного дня після

внесення.
Операції з попереднього абзацу повторюються у трьох разових повторності.

3.2.4. Методика визначення нерівномірності внесення по робочій ширині захоплення та по ходу руху агрегату

Нерівномірність розподілу добрива визначалася на робочій ширині внесення та по ходу руху машини при поверхневому внесенні добрив.

Перед проведенням досвіду здійснювався пробний проїзд агрегату для визначення - поділу колі та уточнення швидкості руху.

Робітники органи машини при цьому були вимкнено. Для визначення нерів - номерності внесення добрив по ширині на загальну ширину внесення машини розставлялися листи в три поперечних суцільних ряди (повторності) з відстанню між рядами 5 м.

Послідовність нумерації проб була ліворуч по ходу руху агрегату.

Додатково поблизу дослідженої ділянки розставлялися три контрольні листи.

Розмір деки був 0,45x0,75x0,05 м. за слідом коліс листи не встановлювалися.

Маса добрива для них визначалася як середня з двох граничних в колісто деки. Для визначення нерівномірності по ходу руху машини розставлялися 20 дек в два суцільних ряду: один - по осі руху агрегату, другий - справа від її на видалення

1/4 загальної ширини внесення. Нумерація проб була по ходу руху.

Схема установки дек показана на рис. 3.6.

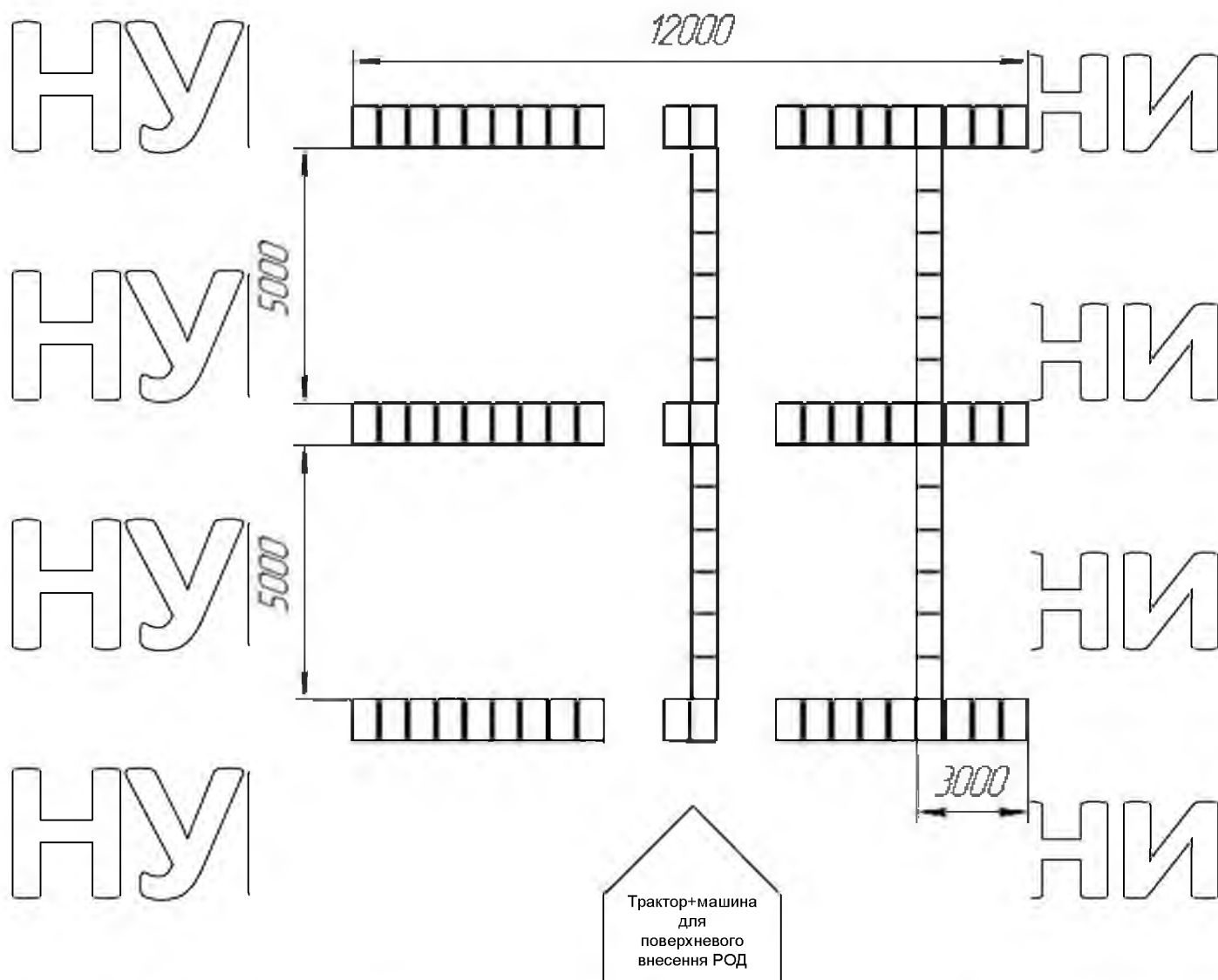


Рис. 3.6 - Схема розміщення дека при визначенні якості роботи машини

При внутрішньогрунтовому внесенні добрив для визначення нерівномірності внесення по ширині використовувалися дані визначення витрати рідини через робочі органи за шириною внесення при поверхневому внесенні через штангову систему, тому що вони мають аналогічну конструкцію розподільчого механізму.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВНЕСЕННЯ РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА

4.1. Результати досліджень суцільного поверхневого способу внесення розбризуванням рідкого органічного добрива

Проведені дослідження (рис. 4.1 і 4.2) показали, що при поверхневому внесенні спостерігається висока нерівномірність внесення по робочій ширині захоплення деяких місцях відхилення становить 45%. В ході статистичного аналізу даних, нерівномірність по робочій ширині захвату агрегату становила 29,5%. Приблизно таку ж нерівномірність показали дані аналізу вмісту калію у відібраних пробах ґрунтів (по ширині внесення коефіцієнт варіації склав 31%), що говорить про високу нерівномірність внесення РОД, що в результаті приведе до великій неоднорідності поля по змістом поживних елементів. Нерівномірність внесення по ходу руху агрегату становила 7,6%.



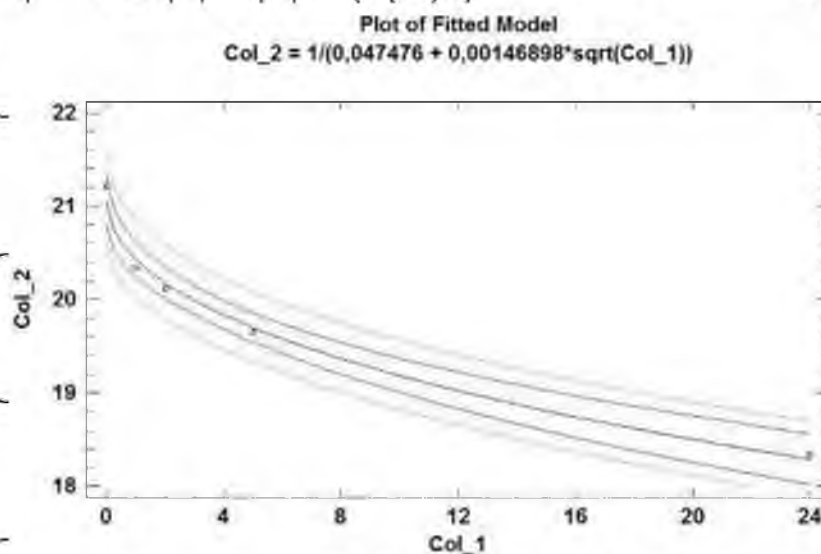
Рис. 4.1 - Визначення нерівномірності внесення при поверхневому внесенні розбризуванням.

Дослідження на дерново-підзолистих ґрунтах показали, що недобір врожаю відзначається при нерівномірності внесення 10-20%, у разі зростання нерівномірності в 2 рази недобір врожаю збільшується в 10 разів. [30]



Рис. 4.2 - Відбір проб ґрунту після поверхневого внесення розбризкуванням.

Через добу вміст загального азоту знизився до 18,63 мг/кг, що менше його змісту порівняно з пробою, відібраною відразу ж після внесення - ня РОД (21,18 мг/кг), на 12%. До внесення у ґрунті містилося 16,76 мг/кг.



$R^2 = 99,23\%$, Col_1 - час, год; Col_2 - вміст загального азоту, мг/кг. Рис 4.3 - Динаміка зміни вмісту загального азоту у ґрунті після поверхневого внесення розбризкуванням протягом діб.

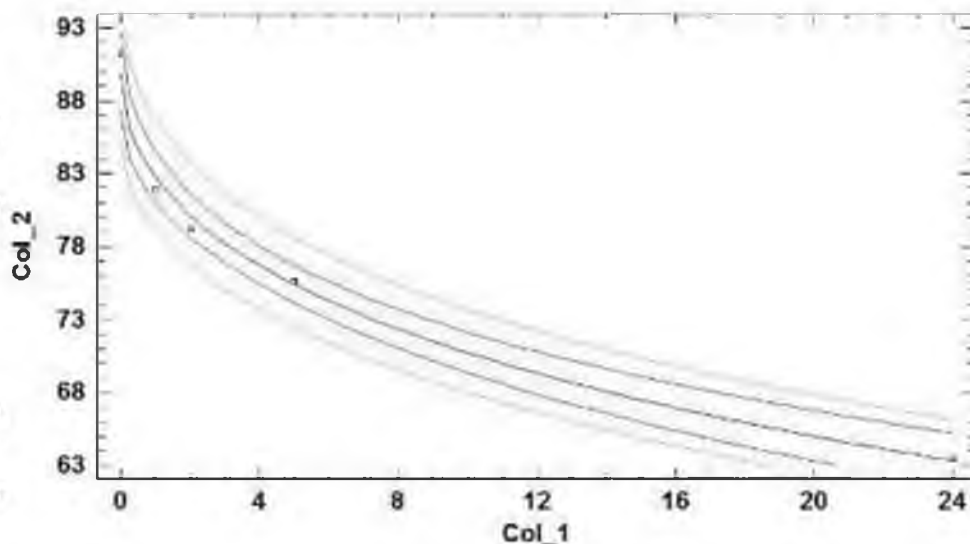
З аналізу отриманих даних, слід, що з поверхневого внесення розбризкуванням коефіцієнт $K_{збер}^{екб} = 0,42$, визначається з виразу.

4.2. Результати досліджень стрічкового поверхневого способу внесення через штангову систему з навісними шлангами

Проведені дослідження показали, що при стрічковому поверхневому способі внесення через штангову систему з навісними шлангами спостерігається нижча нерівномірність внесення по робочій ширині захвату у зв'язку з тим, що у агрегатах такого типу встановлюються розподільники 6 (Рис. 3.3). В ході статистичного аналізу даних нерівномірності по робочій ширині захоплення агрегату становило 5,15%. Приблизно таку саму нерівномірність показали дані аналізу вмісту калію у відібраних пробах ґрунтів (по ширині внесення коефіцієнт варіації становив 4,9%). Нерівномірність внесення по ходу руху агрегату становила 1,7 %

за закінченню діб зміст спільного азоту знизилося до 63,58 мг/кг, а це менше його змісту порівняно з пробою, відібраною відразу ж після внесення РОД (91,33) мг/кг, на 30% (Рис. 4.4). До внесення в ґрунті містилося 33,83

Plot of Fitted Model
Col_2 = 1/(0,0111386 + 0,000948834*sqrt(Col_1))



$R^2 = 99,42\%$, Col_1 - час, год ; Col_2 - вміст загального азоту , мг/кг Рис.

4.4. Динаміка зміни вмісту загального азоту у ґрунті після поверхневого внесення РОД через штангову систему з навісними шлангами протягом доби

З аналізу отриманих даних, випливає, що для поверхневого стрічкового способу внесення через штангову систему з навісними шлангами коефіцієнт $K_{\text{вкр}} = 0,52$, що визначається з виразу

4.3. Результати досліджень внутрішньогрунтового способу внесення рідкого органічного добрива в ґрунт

Нерівномірність внутрішньогрунтового внесення РОД по робочій ширині захвату і по ходу руху агрегату приймаємо таку ж як і при стрічковому поверхневому способі внесення через штангову систему з навісними шлангами, тому що вони мають однакову систему розподілу рідкого органічного добрива по робочих органах (рис. 4.5).



а) завантаження РОД до експериментальної установки; б) встановлення дози внесення; в) встановлення та контроль глибини внесення; г) відбір проб

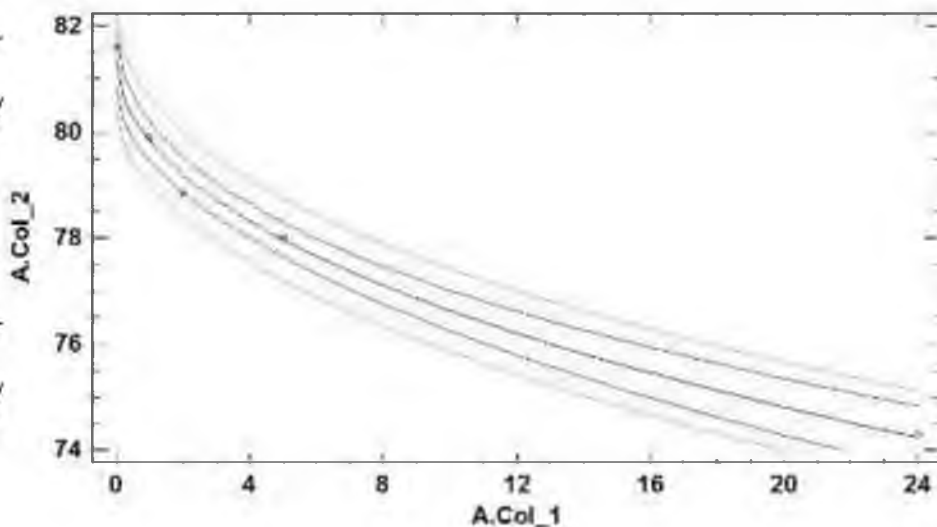
грунту.

Рис. 4.5 - Проведення досліджень внутрішньогрунтового способу внесення.

Через добу вміст загального азоту становить 74,56 мг/кг, а це менше його змісту порівняно з пробою, відібраною відразу ж після внесення - на РОД (81,309) мг/кг, на 8% (Рис. 4.6). До внесення утримувалося 23,63 мг/кг.

Plot of Fitted Model

$$A.Col_2 = 1/(0,0122858 + 0,000241666*\sqrt{A.Col_1})$$



$R^2 = 97,27\%$, Col_1 - час, год ; Col_2 - вміст загального азоту , мг/кг

Рис. 4.6 - Динаміка зміни вмісту загального азоту у ґрунті після внутрішньогрунтового внесення РОД протягом доби.

З аналізу отриманих даних, випливає, що для внутрішньогрунтового внесення коефіцієнт $K_{екст}^{зопр} = 0,88$, що визначається з виразу (2.52).

В результаті аналізу даних отриманих у ході експериментальних досліджень з'ясувалося:

- * нерівномірність внесення РОД в ґрунт по робочій ширині захоплення агрегату при поверхневому способі внесення розбризкуванням склало 29,5%, для стрічкового поверхневого способу внесення через штангону

систему з навісними шлангами і внутрішньогрунтового внесення складало 5,15%;

* нерівномірність внесення РОД в ґрунт по ходу руху агрегату при поверхневому способі внесення розбризкуванням становило 7,6%, для поверхневого стрічкового способу внесення через штангову систему з

навісними шлангами і внутрішньогрунтового внесення складало 1,7%;

* коефіцієнт $K_{екб}^{збер}$ при поверхневому способі внесення розбризкуванням складало 0,42, для стрічкового поверхневого способу внесення через штангову систему з навісними шлангами - 0,52 та

внутрішньогрунтового внесення складало 0,88. Коефіцієнт $K_{екб}^{збер}$

отриманий у ході аналізу даних експериментальних досліджень порівняно зі значеннями, отриманими в теоретичній частині (глава 2, таблиця 2.4) мають не значні відхилення.

Отриманий матеріал дозволяє зробити висновок, що поверхнєве внесення розбризкуванням малоефективне через високу нерівномірність і втрат азоту.

Зниження нерівномірності може бути досягнуто застосуванням стрічкового поверхневого способу внесення через штангову систему з навісними шлангами через розподільник із системою навісних шлангів. Однак це не може запобігти змиву РОД у водойми і знизити емісію аміаку повною мірою порівняно з внутрішньогрунтовим внесенням.

У цих умовах найбільш ефективним, з екологічної точки зору, є внутрішньогрунтове внесення через низьку втрату поживних речовин і не високу нерівномірність внесення РОД, виключена загроза змиву добрива у водойми.

4.4. Аналіз та вибір технології транспортування органічних добрив

Згідно зі схемою автоматизованої системи проектування (рис. 2.5) діалоговому режимі вводяться початкові дані (вигляд тварини, поголів'я і т.д.). При дослідженні варіантів технологій, на підставі логічної схеми, що дотримуються «ключів» слідування в вигляді покрокового переходу між

технологічними операціями. Відповідно до принципів сумісності та слідування на всіх етапах проектування, у базі даних створено таблицю технологій переробки гною, з урахуванням операцій, що до неї входять.

Для прийняття рішення щодо вибору раціональних технологій для ферм ВРХ поголів'ям 800 і виходом гною вологістю 94%, за допомогою програми були здійснені розрахунки трьох технологій транспортування:

- №1 Прямочна технологія транспортування
- №3 Комбінована технологія транспортування
- №5 Перевалочна технологія транспортування

При проектуванні використані як вітчизняні, так і зарубіжні технічні засоби. Для транспортування використовуються насоси ПЖН-200А, НЦФ-100, ПНЖ-25А, ЦМФ-160-10, НВ-150, НЦН-Ф-100/30, НЦВ-2М, PTS 2,2/80, PTS 5,5/100, PTS 2,2/80, ЕТО 5,5-100, ЕТО 15-150, ЕТО 18,5-150; мобільні причіпні засоби, частина яких також використовуються і для внесення: РЖТ-8, РЖТ-16, МЖТ-23, Самсон РГ 25 та і т.д.

Для проміжного зберігання рекомендується використовувати бетонні резервуари для напіврідкого гною та стоків.

При тривалому зберіганні напіврідкого гною проектується бетонні сховища, лагуни, сховища з металевих листів.

Коефіцієнт екологічної безпеки технології визначається з вираз як сума втрат поживних речовин на окремих операціях по відношенню до вмісту поживних речовин в екскрементах тварин. У таблиці 4.1 представлені орієнтовні втрати поживних речовин різних операцій з урахуванням технічних засобів, що виконують дану операцію.

Таблиця 4.1

Втрати поживних речовин під час виконання технологічних операцій технічними засобами та спорудами.

№ операції	Найменування операції	Тип обладнання	Тип будівельної частини	Втрати NPK, %
1	2	3	4	5
1	Транспортування рідкого гною		Трубопровід	1
2	Зберігання проміжне	Насос, мішалка	резервуар	2
3	Зберігання у бетон сховище	Насос, мішалка	резервуар	15
4	Зберігання в плівковому сховищі	Насос, мішалка	резервуар	5
5	Зберігання у підпільному сховищі	Насос	резервуар	
6	Завантаження в трансп. засоби			-
7	Транспорт до внесення	Бочка	-	-
8	Завантаження в трансп. засоби		-	2
9	Внесення у ґрунт розбризуванням	Бочка		52
10	Внесення у ґрунт шлангами	Бочка, шланги	-	48
11	Внесення у ґрунт інжекторами	Бочка, інжектори		5
12	Закладення в ґрунт плугом	трактор, плуг	-	10
13	Закладення в ґрунт культиватором	бочка, культиватор	-	11

Загальний екологічний ефект від підвищення або запобігання зниження продуктивності земель визначають за середньорічним приростом продукції.

4.5. Оцінка розглянутих варіантів технологій транспортування та внесення РОД з гною ВРХ

З аналізу отриманих під час розрахунків різних технологій транспортування (рис. 4.7 таблиця 4.3) РОД виявлено, що найменш витратною технологією транспортування (питомі витрати на транспортування однієї тонни зручність, експлуатаційні витрати) в залежності від радіусу транспортування від 5 до 15 км. є комбінована. Але дана технологія має найбільші капітальні витрати у зв'язку з необхідністю прокладання підземних трубопроводів і будівлі перекачують станцій, так ж технологія має ряд обмежень - ний за застосовністю:

розкиданість полів, перепадів висот полів, необхідність підведення електрики на польові насосні станції та т.п.

Найбільш перспективною технологією є перевалочна, оскільки вона має мінімальні капітальні, експлуатаційні, питомі витрати, але ця технологія передбачає цілорічне транспортування гною на польові сховища у зв'язку з цим виникають витрати на зачистку доріг від снігу зимовий період та підготовки доріг під час осінньо-весняного бездоріжжя.

Техніко-економічні показники досліджуваних технологій у залежності від технологій транспортування і радіусу перевезень представлені на рис. 4.7.

Горизонтальний показав, що з збільшенням радіусу перевезень з 5 до 15 км капітальні витрати на технічні засоби зростає в 2,5 рази, а при комбінованій технології транспортування капітальні витрати на споруди зростають 1,5 рази

Таблиця 4.3

Характеристики проєктованих технологій .

	Технології транспортування рідких органічних добрив із дальністю транспортування від 1 до 15 км									
		№1			№3			№5		
Од. вим		5			10			15		
Капітальні витрати, будівлі споруди	тис. грн.	42048	53048	42048	42048	64048	42048	42048	75048	42048
Капітальні витрати на техніку	тис. грн.	12655	1750	3900	22575	3500	3900	25135	5250	5600
Відрахування на амортизацію та ТО	тис. грн.	3283,375	1398,71	1593,66	5197,935	1956,46	1593,66	5692,01	2514,21	1921,76
Витрати електроенергії	тис. грн.	3,65	18,25	3,65	3,65	37,3	3,65	3,65	52	3,65
Витрати палива	тис. грн.	567	0	657	1134	0	1074,19	1323	0	903,375
Витрати праці	тис. грн.	40	120	120	80	120	135	120	120	135
Експлуатаційні витрати	тис. грн.	3894,02	1536,96	2374,31	6415,58	2113,76	2806,55	7138,65	2686,21	2963,785
Кількість добрив т		21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024
Питома собівартість	тис.грн./т	0,185	0,073	0,113	0,305	0,101	0,133	0,340	0,128	0,141
Коефіцієнт екологічної безпечності (До _{екб})		0,97	0,98	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Площа під внесення	га	525	525	525	525	525	525	525	525	525

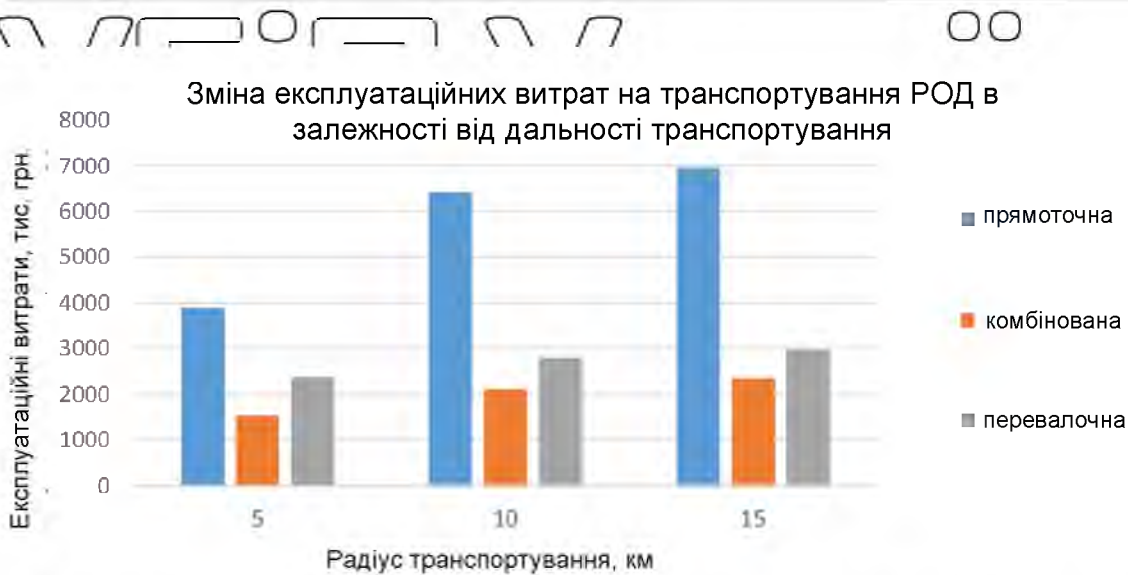


Рис. 4.7 Результати розрахунків різних технологій транспортування

Проведений аналіз першого етапу проектування дає наочне уявлення про тенденцію зміни техніко-економічних показників технологій транспортування органічних добрив із гною зі збільшенням радіусу перевезень.

Найбільше вплив на стан навколишнього середовища і підвищення родючості ґрунту в технологіях транспортування та внесення надає спосіб внесення. При проектуванні розглядалися чотири основних способу внесення [1, 5]:

- Поверхнєве внесення розбризкуванням через відбивач.
- Поверхнєве внесення через розподільник із системою навісних шлангів.

- Поверхнєве внесення з наступним заорюванням.
- Внутрішньогрунтове внесення.

Виявлено, що одна з найбільш використовуваних цині технології це прямоочна технологія транспортування та поверхнєве внесення розбризкуванням має незадовільні показники. Експлуатаційні витрати за цією технологією перевищують передбачуваний прибуток від отримання та реалізації додаткової продукції. Це пов'язано з тим, що при поверхнєвому внесенням розбризкуванням йдуть більше втрати поживних елементів (до 52%) та високу нерівномірність внесення, що відбивається на низькій надбавці врожаю і великій строкатості поля, що може зовсім привести до низької продуктивності поля в загалом.

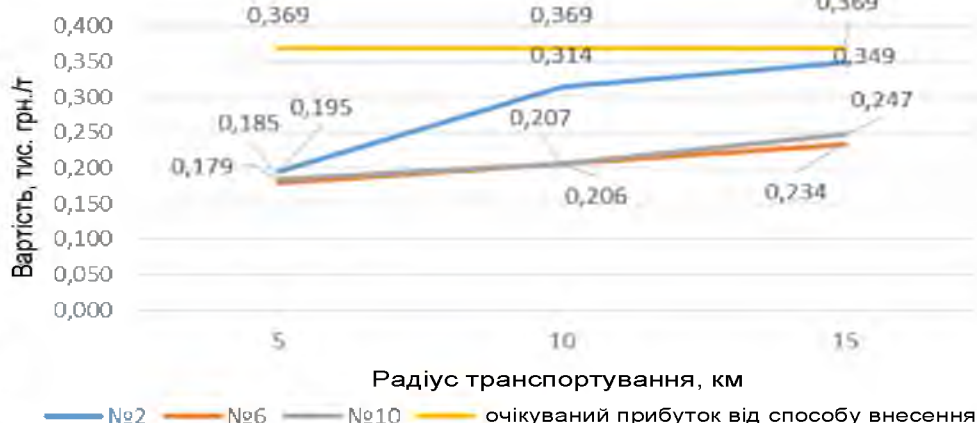
Відповідно до результатів техніко-економічної оцінки (таблиця 4.3, 4.4) збудовані графіки (малюнки 4.7), з яких можна, можливо зробити висновок, що в даний час в умовах економічної нестабільності сільськогосподарських підприємств необхідно застосовувати технології транспортування та внесення, що вимагають мінімальних капітальних витрат, але що забезпечують екологічно безпечне використання органічних добрив. Такими характеристиками має перевалочна технологія транспортування і внутрішньогрунтове внесення добрива. Також при даній технології досить великий рентабельний радіус транспортування добрив (рис. 4.9).

Таблиця 4.4

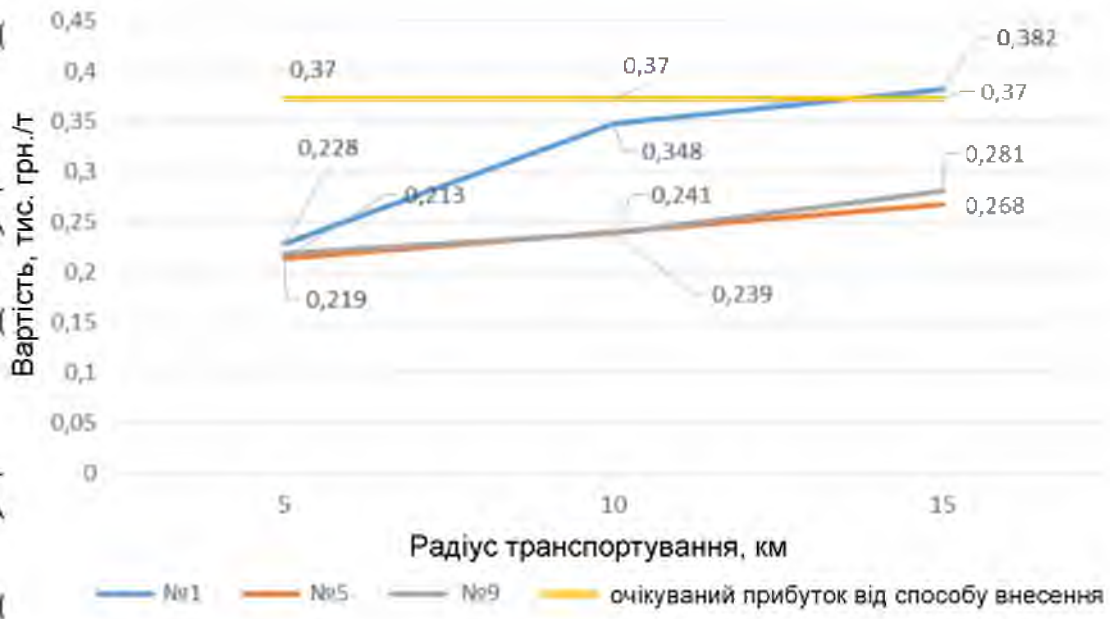
Техніко-економічні та екологічні показники способів внесення залежно від технології транспортування

Розрахунок технологій транспортування та внесення на 10 км													
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
	Од. вим	прямоточна				комбінована				перевалочна			
Капітальні витрати на будівлю та споруди	тис. грн.	42048	42048	42048	42048	64048	64048	64048	64048	42048	42048	42048	42048
Капітальні витрати, техніка	тис. грн.	23666	21557	22573	24175	14041	11982	10950	17550	10716	8607	7625	9225
Відрахування на амортизацію і ТО	тис. грн.	5794,49	5387,46	5197,93	5506,73	3990,87	3583,83	3394,31	3703,11	2909,14	2502,11	2312,58	2621,38
Витрати на електроенергію	тис. грн.	3,65	3,65	3,65	3,65	37,3	37,3	37,3	37,3	3,65	3,65	3,65	3,65
Витрати на паливо	тис. грн.	1417,5	1134	1134	1134	850,5	567	567	567	1924,69	1641,19	1641,19	1641,19
Витрати на зарплату	тис. грн.	100	80	80	80	180	160	160	160	195	175	175	175
Експлуатаційні витрати	тис. грн.	7315,64	6605,11	6715,3	6724,38	5058,67	4318,13	4158,61	4467,41	5032,49	432,95	412,43	444,23
Кількість зручність - реній	т	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024	21024
Питома експлуатаційна вартість	тис. грн./т	0,347	0,314	0,319	0,3198	0,2406	0,2068	0,1978	0,2124	0,2393	0,2055	0,1965	0,2112
Коефіцієнт екологічної безпеки	%	0,9	0,89	0,42	0,52	0,9	0,89	0,42	0,52	0,9	0,89	0,42	0,52
Екологічний ефект від підвищення родючості ґрунту	тис. грн.	7841,34	7754,24	3659,29	4530,55	7841,34	7754,21	3659,29	4530,55	7841,34	7754,21	3659,29	4530,55
Площа під внесення	га	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525
Питома експлуатаційна соб.-вартість з врахуванням Кек б	тис. грн./т	0,386	0,353	0,760	0,615	0,267	0,2325	0,4709	0,4086	0,2659	0,2309	0,4679	0,4062

Питомі витрати на транспортування і внутрішньогрунтове внесення РОД



Питомі витрати на транспортування і поверхневе внесення з заорюванням РОД



Питомі витрати на транспортування і поверхневу внесенні РОД через систему навісних шлангів



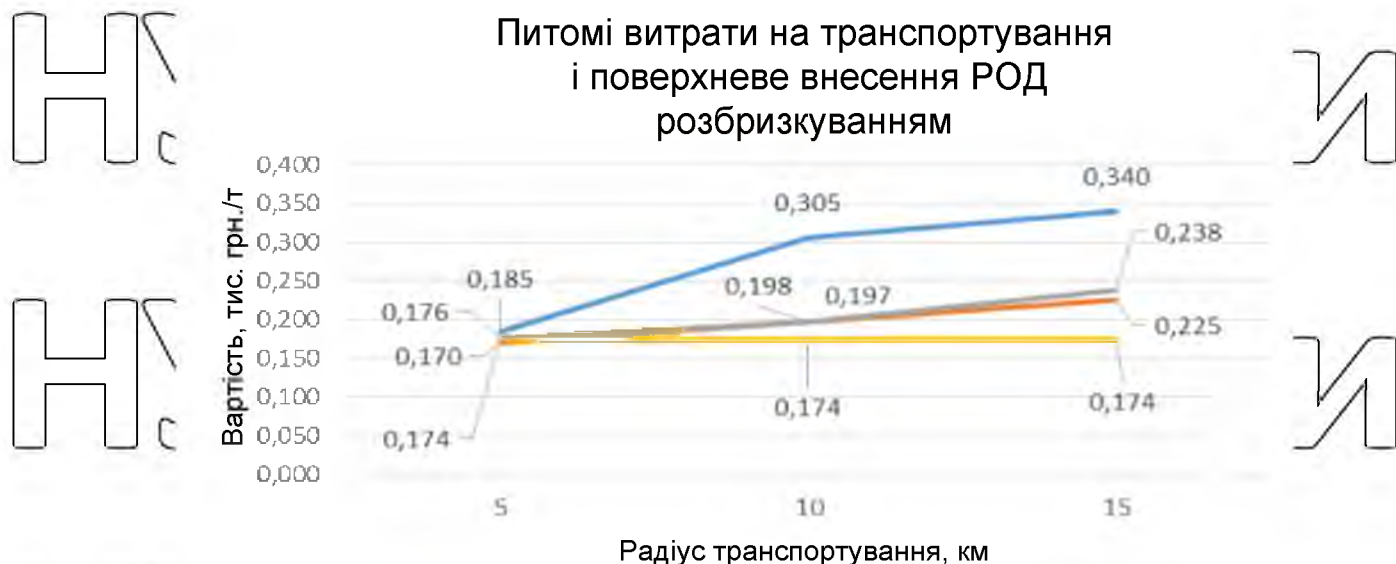


Рис. 4.9 – Питомі витрати при транспортуванні та внесенні залежно від радіусу транспортування.

При аналізі технологічних та технічних рішень виявлено низку факторів, що впливають на ефективність та якість їх виконання.

1. Одним з основних факторів є віддаленість полів від сховищ рідких органічних добрив. Дослідження показали, що за радіусу транспортування понад 17 км внесення РОД за будь-якою технологією стає збитковим, а при поверхневому внесенні, без оранки, не більше 7 км, тобто експлуатаційні витрати перевищують передбачуваний прибуток від реалізації додаткової продукції, одержаної внаслідок підвищення врожайності сільськогосподарських рослин. Це пов'язано з збільшенням капітальних і експлуатаційних витрат, викликаних збільшенням радіусу перевезень, який у свою чергу пов'язаний з потребою в енергоносіях.

2. Найменші експлуатаційні витрати при комбінованій технології транспортування, тому що при ній використовується мінімальне число мобільних технічних засобів. У той же час технологія вимагає найбільших капітальних витрат у порівнянні з іншими технологіями транспортування, більше обмежень по застосовності (ландшафт, перепади висот, яри, наявність

багаточисельних меліоративних канал та т.п.)

3. Поверхнєве внесення розбризкуванням без оранки є найменш доцільним у зв'язку з високою емісією поживних елементів (порядку 51%) і високої нерівномірності внесення, що згодом викликає строкатість поля, в зв'язку з цим цей спосіб має найменший рентабельний радіус перевезень з будь-якою технологією транспортування, не більше 5 км.

4. В умовах Київської області найефективнішою технологією транспортування _ є прямоточна з внутрішньогрунтовим внесенням, в зв'язку з розосередженістю полів від сховища. У нинішніх умовах ринкової економіки багато полів у господарств знаходяться не в власності, а в оренді, в зв'язку з цим не є можливим прокладання по них підземних трубопроводів та будівництво на цих територіях дорогих гноєсховищ, перекачувальних станцій, доріг необхідних при перевалочній та комбінованій технологіях транспортування.

5. Важливим показником екологічної ефективності технології є показник підвищення родючості сільськогосподарських угідь, виражений в вартості збільшення врожаю. При оцінці технологій необхідно, щоб цей показник зростав, а питомі витрати на одиницю обсягу поживних речовин, доведених до рослини та збережених знижувалися.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СПРОЕКТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Оцінка ефективності технології транспортування та внесення рідких органічних добрив (прямоточною технологією транспортування з внутрішньогрунтовим внесенням з раціональним складом технічних засобів) проводилася стосовно ферми ВРХ у 800 голів. Для оцінки економічної ефективності спроектована технологія порівнюється з наявною у господарстві технологією (прямоточною технологією транспортування з поверхневим внесенням/розбризуванням).

Як критерії оцінки прийняті техніко-економічні та екологічні показники.

Розрахунок здійснено за кількістю транспортованих та внесених рідких органічних добрив у кількості 21024 т/рік з радіусом транспортування 10 км.

Порівняльна оцінка ефективності порівнюваних технологій представлена в таблиці 5.1.

Як впливає з наведених у таблиці даних, спроектована технологія має низку переваг по відношенню до використовуваної. Спроектована технологія має вищий коефіцієнт екологічної безпеки, завдяки чому забезпечує екологічний ефект у 2,12 більше використовуваної технології, скорочує питомі витрати на доведення і збереження поживних елементів, з урахуванням втрат із 18,16 до 8,8 тис. грн./т.

Таблиця 5.1

Порівняльна оцінка ефективності спроектованої технології - у порівнянні з використовуваної.

№ п.п.	Найменування основних показників	Одиниці вимірювання	Спроектована технологія	Застосовує - травня технологія
1	Експлуатаційні витрати	тис. грн.	6605,11	6715,59
2	Питома	тис. грн./т	0,314	0,319

3	експлуатаційні витрати Витрати праці	люд.-год/т	0,64	0,65
4	Коефіцієнт екологічної безпеки (Кек б)	%/	0,89	0,42
5	Екологічний ефект від підвищення родючості землі	грн./т	369	174
6	Удільні експлуатаційні витрати на доведення та збереження поживних елементів, з урахуванням втрат	тис. грн./т	8,8	18,16

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Аналіз тваринництва показав, що 85% утвореного гною є напіврідким та рідким. Набули поширення такі способи внесення: суттєве поверхневе внесення РОД розбризуванням, поверхневе стрічкове внесення через штангову систему з навісними шлангами, внутрішньогрунтове внесення з робочим органом у вигляді культиваторної лани, які мають суттєві відмінності еколого-економічних

2. Обґрунтовано критерії оцінки технологій транспортування та внесення РОД, що дозволяють врахувати еколого-економічні показники: витрати на виконання технології з урахуванням коефіцієнта екологічної безпеки $Z_{уд.к}$ та екологічний ефект від підвищення родючості землі $E_{з.пр.}$.

3. Розроблено алгоритм вибору технологій транспортування та внесення РОД, який дозволяє зробити вибір раціональної технології для умов конкретного господарства з урахуванням техніко-економічних та екологічних показників: питомі наведені витрати, ступінь використання поживних речовин рослинами та ступінь підвищення родючості ґрунту..

4. Шляхом аналізу даних, отриманих під час проведення експериментальних досліджень встановлено:

- коефіцієнт безпеки поживних елементів після внесення $K_{екб}^{збер}$ при поверхневому способі внесення розбризуванням дорівнює 0,42, для стрічкового поверхневого способу внесення через штангову систему з навісними шлангами - 0,52 і внутрішньогрунтовог внесення - 0,88.

Значення коефіцієнта $K_{екб}^{збер}$, отримані в ході аналізу даних експериментальних досліджень порівняно зі значеннями, отриманими в теоретичній частині, мають відхилення не більше 5%;

- нерівномірність внесення РОД в ґрунт по робочій ширині захоплення агрегату при поверхневому способі внесення розбризуванням дорівнює 29,5%, для стрічкового поверхневого способу внесення через штангову

систему з навісними шлангами і внутрішньогрунтового внесення - 5,15%;

- нерівномірність внесення РОД в ґрунт по ходу руху агрегату при поверхневому способі внесення розбризкуванням дорівнює 7,6%, для поверхневого стрічкового способу внесення через штангову систему з навісними шлангами і внутрішньогрунтового внесення дорівнює 1,7%.

6. Порівняльна оцінка, проведена на підставі розробленої моделі, реалізованої у вигляді комп'ютерної програми, виявила найкращі технології транспортування та внесення РОД на основі гною ВРХ:

прямоточна технологія транспортування та внутрішньогрунтового внесення РОД при відстані перевезень не більше 15 км, на відстані до 7,7 км може бути застосовано поверхнєве стрічкове внесення через систему навісних шлангів за умови внесення на багаторічні трави, великі відстані перевезення і внесення РОД ставати нерентабельним.

7. Реалізація спроектованої за допомогою програми технології забезпечує екологічний ефект у 2,12 більше використовуваної технології, скорочує питомі витрати на доведення та збереження поживних елементів, з урахуванням втрат з 18,16 до 8,8 тис. грн./тону (при застосуванні базової технології, прибув від використання органічного добрива не покриває експлуатаційних витрат).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник (технологічні лінії приготування та внесення органічних добрив) / В.Д.Войтюк, Я.М.Михайлович, В.Г.Опалко, Р.В.Шатров, В.В.Марченко, В.Д.Гречкосій, І.І.Чвартацький. – «Аспект-Поліграф», 2020, – 952 с. : іл.

2. «Національні доповіді про стан родючості ґрунтів України» / 7, 8, 9

3. Веремєєнко С. І. Сучасні проблеми деградації ґрунтів – трофічний аспект / С. І. Веремєєнко, Л. О. Семенко // Наукові горизонти. - 2019. - № 1. - С. 69-75. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2019_1_12

4. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2018 року // Держстат, 2018

5. www.saf.org.ua

6. Демидов А. А. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков // Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.

7. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Державної цільової програми реалізації політики в агропромисловому комплексі на період до 2020 року" №785 Від 30.05.2007р.

8. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2007 року № 1158 «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року».

9. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва і використання органічних добрив, монографія, Глеваха, 2012.-244 с.

10. Біотехнологія відходів тваринницьких підприємств: монографія / Захаренко М.О., Яремчук О. С., Шевченко Л.В., Поляковський В.М., Михальська В.М., Малюга Л.В., Коваленко В.О. – К., 2015. – 380 с.

11. Гречкосій В.Д., Войтюк В.Д., Шатров Р.В., Дмитришак М.Я., Василюк В.І., Опалко В.Г. Проектування технологічних процесів у рослинництві.

Навчальний посібник За ред. Гречкосія В. Д. - Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2014. –

392 с.

12. В. Д. Войтюк, І. І. Мельник, Р. В. Шатров, В. Г. Опалко, В. І. Солтисюк,

В. В. Марченко, Л. С. Шимко. Експлуатація машинно-тракторного парку в агропромисловому комплексі. Навчальний посібник. Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2016, – 632 с.: іл.

13. В. Д. Войтюк, В. Д. Гречкосій, Р. В. Шатров, В. Г. Опалко, О. А. Бешун, І. І. Чвартацький, В. В. Марченко. Технологічно-транспортні процеси у виробництві продукції рослинництва: навчальний посібник. Навчальний посібник / - Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2017. - 928 с.

14. В. Д. Войтюк, І. І. Мельник, Я. М. Михайлович, Р. В. Шатров, В. Г. Опалко, І. І. Чвартацький, І. В. Логущ, В. В. Марченко, Л. С. Шимко. Система виробничо-технічної експлуатації машинно-тракторного парку. Навчальний посібник. - : НУБіП України «Видавництво», 2018. - 632 с.

15. Домуші Д. П., Новаковський М. А. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур // Аграрний вісник Причорномор'я: 36. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. - Одеса: 2013. - № 65. - С. 157-161.

16. Шудренко В. І. Економічна та екологічна оцінка сівозмін: метод. поради / В. І. Шудренко. – Житомир, 2007.

17. Добриво з осадів стічних вод: ТУ-204 України 76 -93 / Держ. Комітет України з житл. - комун. господарства.- Харків, 1994. - С. 16.

18. Слободян Т. О. Агрохімія з погляду еколога: навч. посібник у лекціях. Кіровоград: ПП Лисенко В. Ф. 2007. 195 с.

19. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення : Підручник / Мельничук Д. та ін.; за ред. Дж. Хофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. Спільний європейський проект. Київ. Арістей, 2004. 487 с.

20. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Турчик П. М. Природо-охоронні технології. Навчальний посібник. Ч. 3.: Методи переробки осадів стічних вод. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 324 с.

21. Павленко С.І. Технічне забезпечення технологій прискореного компостування органічних відходів тваринного походження / С.І. Павленко, О.О. Лященко, Д.М. Лисенко, В.І. Харитонов // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2011. – №30 – С.165-174

20. ВНПІ-АПК-09.06. Відомчі норми технологічного проєктування. Системи видалення, обробки та використання гною (видання офіційне). К.: Мінагрополітики України. 2006, - 89 с.

21. Голуб Г.А. Технологічний процес виробництва компостів на основі пташиного посліду та соломи. Науково-виробниче видання. – К.: Науковий світ, 2003. – 23 с.

22. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. Розробники: Л. Войтенко; В. Горбатенко; В. Жирнов; О. Канченко; Ю. Канченко; П. Киценко. Київ 2009, 45 стор

23. Антонюк В.С. та ін Автоматизація проєктування технологічних процесів. - Київ, 1989.

24. Афанасьєв А.В. Підвищення ефективності виробництва добрив шляхом оптимізації параметрів двостадійної біоферментації гною та послід. Автореф. дис... канд. техн. наук. – К., 2000. - 23 с.

25. Афанасьєв В.М. "Обґрунтування та розробка технологій та технічних засобів для виробництва екологічно-безпечних, біологічно-активних добрив на основі відходів тваринництва та птахівництва". Дис...у вигляді наукових доповіді, д-р техн. наук 05.20.01.-2000.-62с.

26. Афендулов К.П., Лантухова А.І. Добрива під запланований урожай. - К.: Келос, 2013. - 240 с.

27. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вил. 134, Ч.2. С. 159–169

28. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва. автореф. дис. на здобуття

наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.11 Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 36 с.

29. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис. на здобуття наук.

ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Мелітополь, 2012. 39 с. ○○

30. Волк М. О. Методи та засоби розподіленого імітаційного моделювання електронних систем: дис... канд. техн. наук 01.05.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Харків, 1999. 189 с.

31. Волох О. П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням: Дис... канд. техн. наук: 20.02.14 Озброєння і військова техніка. Військовий інженерний інститут Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2006. 175 с.

32. Мартинишин Я. М. Організація ремонтно-технічного обслуговування в аграрних підприємствах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.04 Економіка та управління підприємствами. Миколаїв, 2009. 37 с.

33. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2003. 513 с.

34. Молодик М. В. Основні напрями досліджень з підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті. Вісник аграрної науки. 2010. № 5. С. 110–113.

35. Молодик М. В. Оцінювання надійності машин при експлуатації, технічному обслуговуванні і ремонті. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 381–389.

36. Молодик М. В. Теоретичні передумови оцінки впливу технічного обслуговування і ремонту на надійність машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. КНУБ. 2010. Вип. 144, ч. 1. С. 75–80.

37. Брюханов А.Ю., Васильєв Е.В. Формування машинних технологій транспортування та внесення рідких органічних добрив / А.Ю. Брюханов, Е.В. Васильєв // 35. наук. праць. Технології і технічні засоби механізованого виробництва продукції рослинництва і тваринництва - К: 2013. - с. 142-152.

38. Степанов М.А. Підвищення ефективності молочного тваринництва шляхом розроблення методики автоматизованого формування машинних технологій виробництва молока Автореф. дис... канд. техн. нау., 2002. – 18 с.

39. Теплицький М.Г. Математична модель задачі оптимізації технологічних ліній. // Економіка та математичні методи, 1998 №1, с. 16.

40. Іветков В.Д. Системно-структурне моделювання та автоматизація проектування технологічних процесів. – К.: 2017.

41. Челіщев Б.Є. Про теоретичні основи моделювання автоматизації процесів проектування.

42. Шпилько А.В., Драгайців В.І., Тулапін П.Ф. та ін. Методика визначення економічної ефективності технологій та сільськогосподарської техніки. Частина 2. Нормативно-довідковий матеріал. - К.: 2010. 250 с.

a. Bewick W. Michael, Biol MI Handbook of organic waste conversion. - Trinity College. University of Cambridge// Van Nostrand Reinhold Екологічна Engineering Series. -Copyright 2011 Litton Educational Publishing, Inc. -72 p.

43. GUIDANCE DOCUMENT ON CONTROL TECHNIQUES FOR PREVENTING AND ABATING EMISSIONS OF AMMONIA Керівний документ по методам запобігання та зменшення викидів аміаку // URL: <http://www.unesc.org/fileadmin/DAM/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.r.pdf> (дата звернення : 23.03.2023).

(дата звернення : 23.03.2023).

44. J. Sintermann , A. Nefel , C. Ammann, C. Chani, A. Hensen, B. Loubet, C. R. Flechard Are ammonia emissions z field-applied slurry substantially over- esti - mated in European emission inventories?// Biogeosciences Discussions URL: <http://www.biogeosciences-discuss.net/8/10069/2011/bgd-8-10069-2011.pdf> (дата звернення 27.03.2023).

45. JFM Huijsmans, RM de Mol A model для аммонії після surface application and subsequent incorporation of manure on arable land./J. F. M. Huijsmans, RM de Mol // Journal of Agricultural Engineering Research 74: 73-82, Huijsmans, JFM, JMG. Hol & MMWB. Hendriks, 2001.

46. Пастушенко С. І. Розвиток наукових основ розробки сільськогосподарської техніки підвищеної енергоефективності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Київ. 2004. 32 с.

47. Ge H. Maintenance optimization for substations with aging equipment: a dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.

48. Hampel R., Kurr D., Schefenadler H. Elektronisches Messsystem zur digitalen Erfassung und Auswertung von Indikatorgrammen. 2015. №2. P. 33-38.

49. Latino M. A. Behavioral based reliability. Machinery Reliability Conference. 2020. April. <http://reliability.com/industry/articles/article36.pdf>.

50. Smykov S. V., Seregin A. A., Nikitchenko S. L., Kurochkin V. N., Valuev N. V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: Modeling, testing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology. 2018. T. 32. № 8. C. 3807-3815.

51. Wegrzyn, J. Liquefied Natural Gas for Trucks and Buses. SAE Technical Paper Series, 2018. № 2000-01-2210.

52. Zehn Prozent Biokraftstoff für Alle. Verein Deutscher Ingenieure. VDI Nachrichten. 2015. Jg. 59. № 47. 8 p.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України