

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“___” _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“ Екологічне обґрунтування утилізації побічної
продукції рослинництва за допомогою ЕМ
препаратів ”

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи ЕО-21 М
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Новіков О.М.
«___» _____ 2022 р.

Керівник роботи
к.т.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
«___» _____ 2022 р.

Рецензент _____ Микола КОВАЛЬОВ
«___» _____ 2022 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет АТФ

Кафедра ЕОНСЗСЖ

Рівень вищої освіти магістр

Галузь знань 10 – Природничі науки

Спеціальність 101 - екологія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ

к.б.н., доцент

Ольга МЕДВЕДЄВА

“ ” 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Новікова Олександра Михайловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Екологічне обґрунтування утилізації побічної продукції
рослинництва за допомогою ЕМ препаратів

2. Керівник роботи

Медведєва О.В., кандидат біологічних наук, доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: розробка оптимального технологічного рішення, яке б задовольняло проблему сумісної утилізації побічної продукції вирощування польових культур та відходів тваринницьких комплексів, з мінімальними капіталовкладеннями

Завдання дослідження:

- розробити спосіб виробництва ЕМ компосту на основі аналізу наукових досягнень вітчизняних та закордонних науковців;
- розробити модель комплексної біотехнології переробки твердої фракції свинячого гною за допомогою ЕМ препаратів дендробени венети в органічне добриво;
- дослідити вплив різних доз ЕМ компосту на потенційну врожайність ґрунтів чорноземного типу;
- виконати оцінку еколого-економічної ефективності комплексної ЕМ технології утилізації відходів різних галузей на сільськогосподарського призначення.

3. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Доцент Медведєва О.В.		
Економічна частина	Асистент Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Доцент Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд наукової літератури, охорона праці та довкілля	24.02.2022 року	
2.	Умови проведення та методика наукових досліджень	18.03.2022 року	
3.	Результати досліджень та їх аналіз	15.04.2022 року	
4.	Економічне та енергетичне обґрунтування результатів досліджень	22.04.2022 року	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	03.05.2022 року	

Дата видачі завдання «____» _____ 2022 р.

Підпис керівника

_____ Медведєва О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«____» _____ 2022р.

Підпис здобувача

_____ Новіков О.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

На тему: «Екологічне обґрунтування утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів»

Випускна кваліфікаційна робота виконана на 73 сторінках, включає 20 таблиць, 4 рисунки, 67 літературних джерела, 2 додатки.

Об'єктом дослідження є технологічний процес приготування ЕМ компосту з відходів рослинницької та тваринницької галузей народного господарства..

Метою дослідження є: розробка оптимального технологічного рішення, яке б задовольняло проблему сумісної утилізації побічної продукції вирощування польових культур та відходів тваринницьких комплексів

У вступі розкривається актуальність мігісторської роботи за обраним напрямом, ставиться проблема, мета і завдання.

У першому розділі наведено загальні відомості про існуючі шляхи утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою вермикомпостування.

У другому розділі описується процес отримання компосту та ЕМ компосту.

У третьому розділі описується методика проведення досліджень технології отримання ЕМ компосту..

У четвертому розділі описана технологія отримання ЕМ компосту, його вплив на фізичні якості ґрунту та вплив його на врожайність гороху.

У п'ятому розділі розглянуто економічний ефект від впровадження запропонованої технології отримання ЕМ компосту.

У шостому розділі проведено аналіз ризиків, котрі можуть виникнути при приготуванні ЕМ компосту

У висновках наведені результати магістерської роботи та визначені перспективи розроблених заходів.

ДЕНДРОБЕНА ВЕНЕТА, КОМПОСТУВАННЯ, СОЛОМА, ГНІЙ, ЕМ КОМПОСТ.

ЗМІСТ

	Стор.
Реферат	6
Вступ	7
1. Шляхи комплексного вирішення екологічних та аграрних проблем (огляд літератури)	10
1.1 Аналіз існуючих у світовій практиці біотехнологій вермикомпостування відходів.	11
1.2 Обґрунтування процесів отримання вермікомпосту	13
1.3 Аналіз компонентів процесу підготовки компосту	15
2. Характеристика місця досліджень та технологія отримання ЕМ компосту	19
2.1. Характеристика об'єктів дослідження	19
2.2. Технологія отримання ЕМ компосту	20
3. Вплив виду субстрату на якісні показники біогумусу	24
3.1 Методика досліджень	24
3.2 Схема використання ЕМ компосту в умовах відкритого ґрунту	30
4 Результати досліджень та їх аналіз	33
4.1. Особливості приросту біомаси дендробена венета.	33
4.2. Перебіг фенологічних фаз при вирощуванні гороху.	39
4.3. Вплив ЕМ компосту на водно-фізичні властивості ґрунту	41
4.4. Вплив ЕМ компосту на густоту стояння рослин гороху.	48
5 Економічна ефективність застосування ЕМ компосту	51
6 Охорона праці	55
6.1. Аналіз стану охорони праці в ТОВ «ЕМ Україна».	55
6.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів	57
6.3. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та	59

шкідливих виробничих факторів.

Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту при

6.3.1..	проведенні визначенні екологічних особливостей риборозведення	59
6.3.2.	Розробка інструкції з охорони праці під час виконання робіт утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів	60
6.3.3.	Розрахунок природного освітлення лабораторії для проведення досліджень утилізації побічної продукції рослинництва	61
6.4.	Розробка заходів з пожежної профілактики	62
6.5.	Висновки до розділу	63
	ВИСНОВКИ	65
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
	ДОДАТКИ	74

ВСТУП

Актуальність роботи. В сучасних умовах розвитку людської цивілізації особливе місце займає проблема охорони земель сільськогосподарського призначення від антропогенного впливу, серед яких особливого значення набуває деградації [1, 2]. З одного боку, необхідно забезпечувати отримання максимального врожаю сільсько-господарських культур, а з іншого – зберегти та примножити родючість та не допустити негативного техногенного впливу на земельні та водні ресурси [3].

Для розширеного відтворення ґрунтової родючості потрібна система заходів – внесення в ґрунт мінеральних та органічних добрив, агротехнічні та меліоративні заходи, стимулювання процесів гумусутворення та гумусонакопичення [29, 46, 90]. Зниження родючості ґрунтів чорноземного типу призводить до значних втрат урожаю культур для агропромислового комплексу Кропивницьчини Станом на 2014 рік в області відмічено загальне зниження гумусу з 4,01% до 3,77% або 8,5 тонни з 1га. , а за останні 10 років обсяг внесення органічних добрив знизився у 6,3 разів [4]. Відновлення родючості земель сільськогосподарського призначення має відбуватися шляхом як за рахунок внесення мінеральних добрив, так й залучення додаткових резервів, зокрема переробки органічних відходів у легкозасвоювані добрива. Тому варто відновлювати баланс поживних речовин на основі нових технологій переробки та утилізації відходів залежно від потреби ґрунту в органічних добрив, прогнозувати процеси накопичення органічної речовини під дією антропогенного навантаження на агрофітоценози. Комплексна технологія переробки відходів спрямована на підвищення потенційної родючості ґрунтів являє собою концепцію їх переробки та повної утилізації в агроландшафтах. Основною технологією утилізації різних органічних відходів є вермікультивування

Об'єктом дослідження є технологічний процес приготування ЕМ компосту з відходів рослинницької та тваринницької галузей народного господарства..

Предметом дослідження є дослідження спільної діяльності ефективних мікроорганізмів та дендробени венети як суб'єкту отримання екологічно безпечного органічного добрива (ЕМ компосту), котре можна використовували у різних галузях вирощування овочевої продукції в умовах відкритого та захищеного ґрунту.

Мета досліджень є розробка оптимального технологічного рішення, яке б задовольняло проблему сумісної утилізації побічної продукції вирощування польових культур та відходів тваринницьких комплексів, з мінімальними капіталовкладеннями

Для виконання поставленої мети було сформульовано перелік завдань:

- провести огляд наявної вітчизняної та зарубіжної літератури в галузі утилізації органічних відходів, узагальнити отримані напрацювання;
- провести порівняльний аналіз існуючих сумісних технологій переробки різнотипних за вмістом органічних відходів рослинництва та тваринництва;
- ознайомитися з біотехнологічними процесами, що супроводжують руйнування лігнінових сполук за участі ефективних мікроорганізмів;
- обрати оптимальну технологію переробки різних видів органічної сировини для сумісної біоконверсії відходів для подальшого використання в умовах відкритого ґрунту.

Наукова новизна полягає у розробленні технологічних аспектів виробництва ЕМ компосту із використанням маточного поголів'я дендробени венети для забезпечення різних галузей сільського та комунального господарства високопоживним органічним добривом.

Практична цінність роботи. Практичне значення отриманих результатів полягає у обґрунтуванні біотехнологічних аспектів поетапного використання ефективним мікроорганізмів та дендробени венети, як збалансованої системи переробки та утилізації органічних відходів різних галузей народного господарства у високопоживне органічне добриво з

тривалим пролонгованим ефектом впливу на чорноземні ґрунти агрофітоценозів Кропивницьчини.

Апробація результатів роботи. Позитивно характеризують роботу свідчення про те, що основні її положення, висновки та результати було оприлюднені і вони дістали схвалення, тобто були апробовані.

Публікації. Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Новіков О. Утилізація побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів. Сучасні технології агропромислового виробництва : матеріали I Міжнародної студентської науково-практичної інтернет конференції 19 листопада 2020 р. Кропивницький – Chişinău : ЦНТУ, 2020. С. 20-22 [45].

РОЗДІЛ 1.

ШЛЯХИ КОМПЛЕКСНОГО ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА АГРАРНИХ ПРОБЛЕМ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).

Економічний збиток від порушення регламенту використання безпідстилкового гною в даний час оцінюється в не одну сотню мільйонів гривень. В умовах сьогодення склалася практика накопичення та зберігання тваринницьких відходів у гноєсховищах. Так лише на великих фермах великої рогатої худоби та свинофермах щорічно утворюється близько 6 млн. тонн гною, на птахофабриках – 50 тис. тонн посліду. Технічний стан переповнених гноєсховищ постійно загрожує виникненню локальної екологічної катастрофи. За конструктивними особливостями розрізняють відкриті наземні та заглиблені конструкції сховищ. Після витримки гній та послід вивозять на поля, рідка частина перегною скидається, як правило, у відстійники [5, 6]. Таким чином, йде забруднення поверхневих та ґрунтових вод через промивний характер ґрунтів. З іншого боку, гній є джерелом передачі різних збудників хвороб [7].

Тваринницькі відходи суттєво відрізняються від міських, і тому методи біохімічного очищення стоків для відходів не прийнятні [8]. За аналізами ДП «Інституту охорони ґрунтів» в Кіровоградській області гній містить: азоту – 0,84 %, зокрема амонійного 0,15 %, фосфору – 0,58 %, калію – 0,62 %, органічних речовин 21,9 %, рН-7,9, А співвідношення С: N = 13:1 [9, 10]. На птахівницьких та тваринницьких підприємствах області накопичені великі обсяги відходів. Поголів'я тварин щорічно виділяє близько 10 млн. тонн напіврідкого гною. Хоча в області є значні об'єми відходів соломи злакових культур, обсяги яких щорічно становлять понад 6 млн. тонн. З цього випливає, що існує можливість виробляти комплексні добрива шляхом змішування відходів, перетворюючи їх на органічні добрива. Через неповне використання посліду та гною, застосування органічних добрив без належної технологічної обробки відбувається забруднення агрофітоценозів, інтенсивне

засмічення полів насінням бур'янів. Все це призводить до втрати поживних речовин і, що найбільш неприпустимо, до забруднення довкілля [11].

Переробка продуктів сільського господарства призводить до утворенню значних обсягів відходів. Накопичення відходів виробництва є однією з причин забруднення та погіршення стану водного середовища. Необхідна розробка нових комплексних технологій, які могли б цілий рік та повністю переробляти відходи у цінний продукт – органічні добрива, при цьому забезпечуючи охорону земельних та водних ресурсів від зростаючого з року в рік антропогенного тиску.

1.1 Аналіз існуючих у світовій практиці біотехнологій вермикомпостування відходів.

Вермикомпост – це продукт, який отримується з органічних відходів, підданих фізико-хімічній, біологічній та мікробіологічній трансформації в органах травлення представників родини Люмбрицидів. Саме в ньому відбуваються процеси полімеризації низькомолекулярних продуктів розпаду органічних речовин та в подальшому формуються молекули гумінових речовин, де органічні речовини подрібнюються, змочуються слизом, що виділяється із слизової оболонки кишечника, змішуються з субстратом, хімічно трансформуються, а згодом збагачуються поживними елементами. . В традиційному розумінні біотехнологія – це наука про методи та технології виробництва різних речовин та продуктів з використанням природних біотехнологічних об'єктів та процесів [12, 13]. Досягнення біотехнології особливо перспективні в сільському господарстві внаслідок доступності сировини та простоти технології переробки. Варто відзначити, що біосинтез значно економічніший та технічно доступніший, у порівнянні з хімічним синтезом [15]. Об'єктами біотехнології є: віруси, бактерії, гриби, аеробні та анаеробні організми, клітини (тканини рослин, тварин та людини), речовини біологічного походження (ферменти, лігнін, нуклеїнові кислоти), або іншими словами ефективні мікроорганізми [16, 17].

Таким чином, біотехнологія сприяє відновленню втраченого екологічного балансу природних систем, що в свою чергу інтегрує систему сільського господарства в єдине екологічне ціле. Привабливість методу вермікомпостування укладена низкою біологічних аспектів. Застосування біологічного методу, в першу чергу дозволяє розглядати його як один з важливих шляхів реанімації потенційної родючості ґрунту, послідуєчим вирішенням першочергових екологічних проблем сьогодення. Біокомпост є високоефективним органічним добривом, знезараженим від патогенної мікрофлори, яєць та личинок гельмінтів, а тако, що не менш важливо, не містить життєздатного насіння бур'янів [18].

Інтенсифікація сільського господарського виробництва практично спричинило зникнення більшості представників родини Люмбрицидів. Про що переконливо свідчить статистика, згідно якої за останні 20-25 років значно зменшилася кількість гумусу, приблизно до 40 % на площі земель сільськогосподарського призначення [19, 20]. Тому, без сумніву потрібен новий тип органічних добрив, який би не тільки збагачував ґрунт факультативними анаеробами (тобто ефективними мікроорганізмами). Необхідна розробка нових напрямів агробіологічної науки – біотехнологія гумусу.

У цьому напрямку варто зазначити отримання біокомпоста з використанням представників родини Люмбрицидів. У 1959 р. було виведено "червоний каліфорнійський гібрид" (ЧКГ) [21], який пристосований до життя та розмноження в промислових умовах, а також відрізняється високою продуктивністю гумусоутворення [27].

Процес переробки органічних відходів з використанням Люмбрицидів відбувається у біореакторах, де протікає основний процес – вермікомпостування. Розведення їх у штучних умовах, використовуючи різні види відходів народного господарства як джерела забезпечення життєдіяльності, називається вермікультивуванням. Розмноження Люмбрицидів сприяє перетворенню відходів на біокомпост, а сама

технологія отримала назву – вермікомпостування, кінцевий продукт отримав назву – вермікомпостом [28].

У даного біотехнологічного методу безумовно є своє переваги у порівнянні з звичайним компостуванням. Найголовнішою серед них – перетворення важкодоступних складових гною – у легкозасвоювані для рослин елементи: аміачний азот, рухомий фосфор та обмінний калій [22]. При цьому необхідно враховувати, що біотехнологічне компостування впливає на склад та властивості отриманого субстрату. Компост, як субстрат для життя Люмбрицидів варто розглядати у подвійному значенні: перш за все, це середовище, в якому живуть Люмбрициди та здійснюються всі їхні життєві функції; другим аспектом ї те, що субстрат, це їжа, завдяки якому здійснюється їхня життєдіяльність.

Вирішальне значення має умови вирощування: кислотність середовища, температура та вологість субстрату [29]. Отже, для вермікомпостування необхідне приготування первинного компосту. Власне система компостування не потребує великих капіталовкладень, експлуатаційних витрат та відповідає світовим екологічним вимогам.

1.2 Обґрунтування процесів отримання вермікомпосту.

Основним процесом переробки відходів у компост є швидкість отримання компосту. Чим вища швидкість, тим вища ефективність процесу переробки відходів [31]. Швидкість отримання твердої фази відходів тваринництва видалених за допомогою гідрозмиву, залежить від взаємопов'язаних параметрів процесу компостування. До них належать склад субстрату, дисперсність частинок, вологість, міцність структури, аерація, перемішування, рН та розмір штабелю.

В якості розкислювача застосовують гашене вапно в кількості, яка залежить від якості гною, а в якості природнього аератора слугує подрібнена солома зернових культур, при чому вирішальним аспектом є довжина соломи, яка коливається в межах від 0,3 до 1,8 см, що без сумніву залежно

від біологічних особливостей культури, сорту, погодних умов в період вегетації, застосування добрив та препаратів, що регулюють висоту рослини [32].

Встановлено також, що солома озимих культур найбільш придатна в якості органічного наповнювача [35, 36]. Наповнювачі субстрату нахшталт соломи підтримують структуру, забезпечуючи надходження атмосферного повітря до субстрату при компостуванні відходів тваринництва. В дослідженнях для підготовки органічних добрив використовувалася подрібнена солома озимої пшениці із середнім розміром частинок 25 мм, вологістю не більше 24 %, вологопоглинаючою здатністю не менше 200-300 %. Солому ярих культур, як правило, не використовують, внаслідок того що вона більш м'яка та менш міцна.

Встановлено, що солома включає 3 головні групи органічних сполук: целюлози, геміцелюлози та лігніну, які надають «еластичність» та міцність стебел. Крім того, целюлоза та геміцелюлоза під дією аеробних процесів переходять у глюкозу з подальшим утворенням цукру, що основним типом живлення для мікроорганізмів. Лігнін - полімер ароматичних сполук, що досить добре здатний до розкладення [37]. Додатково солома містить невелику кількість білка, восків, цукрів, солей та нерозчинної золи. Органічні сполуки соломи хімічно стабільні та можуть бути використані рослинами лише після руйнування мікроорганізмами. Насамперед руйнуються прості вуглеводи та білки, потім – целюлоза та геміцелюлоза, в останню чергу розкладається більш стійкий лігнін [38, 39].

В той же час варто відзначити, швидкість розкладання соломи знаходиться у прямій залежності від співвідношення вуглецю до азоту. Для попередньої підготовки суміші гною із соломою використовується 1 тонна гною та 100 кг соломи, при цьому вологість гною та продуктів його обробки не повинна перевищувати 70-75 %. При співвідношенні вуглецю до азоту 25:1 мікробіологічні процеси протікають інтенсивно, ґрунтові

мікроорганізми розмножуються активно, мікробіологічні процеси протікають із вивільненням азоту в амонійній формі.

Для подальшої деструкції соломи мікроорганізмам потрібен амонійний азот у вигляді аміачної селітри, оскільки за низьких співвідношень вуглецю до азоту має місце підвищена втрата власне амонійного азоту [40].

1.3 Аналіз компонентів процесу підготовки компосту.

Для приготування якісного субстрату варто провести аналіз компонентів компосту, які значно впливають на швидкість компостування суміші соломи та відходів тваринництва. Швидкість компостування є основним параметром у процесі приготування вермикомпосту та визначає ефективність біотехнологічних аспектів [41].

Чим менший розмір частинок органічних відходів, тим більша питома поверхня, відкрита для мікроорганізмів, що теоретично має забезпечити більшу швидкість процесу. Однак маленькі частинки упаковуються дуже тісно, утворюючи матеріал з високою щільністю та вузькими порами, що обмежує дифузію кисню в об'єм та дифузію діоксиду вуглецю з об'єму, чим знижує швидкість процесу компостування [42]. В якості стандартних розмірів приймається розмір частинок після подрібнення не більше 12,5-25,0 мм.

Процес компостування залежить від активності мікроорганізмів, які потребують джерела вуглецю для отримання енергії, речовини для утворення нових клітин, а також джерела азоту для синтезу клітинних білків. У меншій мірі мікроорганізми потребують фосфору, калію, кальцію, натрію та магнію – ці потреби задовольняються за рахунок вихідного складу органічних відходів [43].

Аналіз макроелементів, таких як азоту, фосфору та калію в процесі біокомпостування. Варто відміти, що нестача азоту гальмує процес біотехнологічного окиснення органічної речовини. Фосфор же у відходах тваринництва знаходиться в нерозчиненому стані, тому він не підходить для

харчування мікроорганізмів та рослин і тварин. Окрім того, при незначних кількостях фосфору спостерігається уповільнення інтенсивності біохімічного окиснення, що призводить до утворення більшої кількості власне бактерій. Компостування фосфоритів з органічною масою сприяє позитивному впливу на перетворення незасвоюваного фосфату кальцію у фосфорну сполуку, яку здатні засвоювати рослини [47]. Закордоними вченими зазначається [64, 65], що додавання глини до гною сприяє зниженню втрат сухої маси та азоту. Внаслідок стабілізації роботи поглинаючого комплексу, меншої водопроникності та деяких змін у напрямку біологічних процесів у компостних штабелях, суттєво знижуючи втрати азоту та калію. Відзначено збільшення вмісту загального та білкового азоту та зниження кількості амонійного та нітратного азоту. При додаванні глини до гною процеси гумусоутворення переважали над процесом мінералізації [49].

Достатня кількість вологи в процесі компостування необхідна, оскільки поживні речовини повинні розчинятися у воді перед тим, як вони стануть доступними для споживання [50]. При вологості менше 30 % швидкість біологічних процесів різко падає, а при вологості на рівні 20 % вони можуть зовсім припинитися. При занадто великій вологості пори у структурі компосту заповнюються водою, що обмежує доступ кисню до мікроорганізмів [51]. Оптимальна вологість субстрату коливається в межах 70-75 %, але при використанні наповнювачів можливі більші значення.

Інноваційним технологічний прийом інтенсифікації процесу компостування із застосуванням відходу спиртової барди – фугату. При компостуванні суміші гною з соломомою можна припустити, що зволоження субстрату фугатом до необхідної вологості 70-75 % прискорить процес приготування вермікомпоста на 5-10 %.

Технологічний прийом зволоження компосту фугатом (робоча рідина) буде виконуватись протягом усього процесу вермікомпостування, включаючи: 1) приготування субстрату; 2) процес приготування компосту (субстрат + фугат); 3) процес вермікомпостування (компост + фугат).

Після виробництва спирту утворюються відходи у вигляді барди та лютерної води. Невеликі кількості азотистих речовин солоду та сировини витрачаються на харчування дріжджів, якими синтезуються у повноцінні білки багато вітамінів та інші біологічно важливі речовини [52]. Барду сепаруванням поділяють на тверду фракцію (кек) та рідку фракцію (фугат) [53]. В процесі компостування використовуватиме рідина, що складається з рідкої фракції (РФ) фугату та лютерної води, яку технологічно називають зрошувальна вода (ЗВ).

Фугат рідина, що надходить у усереднювач від спиртового виробництва, має кислу реакцію середовища. Перед тим як використовувати її у технологічному процесі, проводиться нейтралізація до значень рН на рівні 7,0-7,5. З врахуванням проведених досліджень вітчизняними та закордонними вченими щодо визначення нейтралізації стоків, підібрано реагент у вигляді вапна $\text{Ca}(\text{OH})_2$, тобто вапняне молоко. Компостовану масу - субстрат спрощено можна розглядати як трифазну систему, до якої входять тверда, рідка та газоподібна фази. Структура субстрату є сумішшю твердих частинок, яка складається з шпарин різного розміру. Пустоти між частинками заповнені газом (киснем, азотом, діоксидом вуглецю), фугатом або газофугатною сумішшю. Мінімальну кількість шпарин аерації приймають – 30 % [54, 55].

Кисень необхідний для метаболізму аеробних мікроорганізмів. Аерація може здійснюватися природною дифузією в компостній суміші, авдяки її перемішування вручну або за допомогою механізмів примусової аерації [44].

Природної аерації виявляється недостатньо на ранніх стадіях компостування, що призводить до анаеробіозу в центральних зонах компостної суміші. Потік повітря видаляє CO_2 та надлишок вологи, а також відводить теплоту від компостної суміші. Потреба у кисні змінюється протягом процесу: вона низька на мезофільній стадії, зростає до максимуму в термофільній стадії та падає до нуля за час остигання та дозрівання.

Витрата повітря приймається - 0,6-1,8 м³ на добу на 1 кг леткої частини твердих речовин [56].

За природної аерації центральні ділянки композиційної суміші можуть опинитися в умовах анаеробіозу, оскільки швидкість дифузії кисню занадто низька для метаболічних процесів, що протікають в ній. В таких випадках перемішування дозволяє повітрю проникнути в ці ділянки. Перемішування сприяє диспергування великих частинок сировини, що збільшує питому поверхню, необхідну для біодеградації. Перемішування забезпечує переробку більшої частини сировини саме у термофільних умовах.

Різні органічні сполуки мають різну теплоту згоряння. У новому субстраті білки, вуглеводи та ліпіди мають теплоту згоряння в діапазоні від 9 до 40 кДж/г. Найбільш ефективною температурою компостування є температура нового процесу компостування – 55°C.

При компостуванні можуть досягатись температури близько 70°C. У таких випадках потрібне випарне охолодження за допомогою примусової аерації. Невеликі кількості компостованої суміші мають високе відношення поверхні до об'єму [57].

Отже, необхідно забезпечувати необхідний температурний режим під час підготовки компосту до вермикомпостування в біореакторах або штабелях в умовах природної аерації:

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЕМ КОМПОСТУ

2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Основними об'єктами дослідження є компостна технологічна лінія черв'яка виду *Dendrobaena veneta* і рослинні рештки після збирання основної продукції польових культур [5]

Представники роду *Dendrobaena veneta* (європейський виповзок) – відрізняється здатністю працювати навіть в умовах сильно підвищеної вологості. Така особливість дає можливість використання хробака для створення органічного добрива у парниках, теплицях тощо. Окрім того, саме за допомогою такого черв'яка створюються добрива для тропічних та інших екзотичних рослин. При цьому він відрізняється високими показниками приросту біомаси на одиницю особи.

Черви Дендробена Венета (лат. *Dendrobaena veneta* або *Eisenia Veneta*) – це представник родини справжніх дощових хробаків (або *Lumbricidae*) два десятиліття тому виведений у Європі спеціально для використання в якості рибальської наживки. Він також відомий під іншими назвами, наприклад, європейський або бельгійський виповзень. Є об'єктом вермикультивування. Дощові черв'яки гинуть і в органічних відходах при підвищених концентраціях неорганічних солей. І аміак, і неорганічні солі мають дуже гострі порогові токсичні значення для дощових черв'яків [58].

Забарвлення *Dendrobaena veneta* може бути різноманітним – фіолетовим, червоним, і навіть світло-коричневим. Часто помітні бліді борозни жовтого відтінку в сегменті. Це досить великий черв'як, довжина якого досягає 32-х сегментів або 12-13 см. Особи великі, м'ясисті та живучі, завдяки чому завоювали любов рибалок. При правильній насадці на гачок *Dendrobaena veneta* не гине більше 9 годин, причому як у прісній, так і в солоній воді. Сприятливим середовищем для проживання черв'яка є торф, перепрілий гній, а також рослинні побутові відходи. *Dendrobaena veneta*

розмножується шляхом відкладання яєць у спеціальних коконах, при чому це відбувається кожні 5-7 діб. Він розвивається від яйця до статевозрілої особини протягом від 100 до 200 днів (залежно від вологості та температури). А тривалість життя при створенні відповідних умов може досягти до 10-16 років.

Характеристика «Дендробени»: 1) колір: від фіолетового до оливкового, може мати червоний або коричневий колір, іноді з блідим жовтуватим борозенами в сегменті; 2) дихання: через шкіру; 3) розміри: довжина 8-12 см; діаметр 5-7 мм; 4) вага дорослої особини: 1-2 г; 5) зберігання при температурі: від +5 до +30°C, не більше 30 днів; 6) період статевого дозрівання 25-30 днів [59].

Цей вид широко відомий у багатьох країнах Старого Світу та Північній Америці, а в даний час він набирає популярності на території нашої країни. Дендробена Венета здатний витримати великі перепади температури навколишнього середовища, але найкомфортнішими для його розведення є 15–20 °C. Більш вимогливий черв до вологості, яка повинна досягати 70-80 %. Результати наукових та виробничих спостережень свідчать, що темпи його зростання та швидкість розмноження досить невисокі порівняно з більшістю інших представників родини, що робить *Dendrobaena veneta* малопривабливим видом для вермікомпостування, хоча деякі фахівці вважають отримані дані невідповідними.

З цією метою перед введенням у компостну суміш *Dendrobaena veneta*, в процесі її формування та закладки оброблюють робочим розчином ЕМ Біоактив або ЕМ компост [38].

2.2. Технологія отримання ЕМ компосту

Отримання ЕМ компосту складається з двох технологічних етапів: 1) попереднє компостування відходів з застосуванням робочого розчину мікробіологічних препаратів ЕМ Біоактив або ЕМ Компост; 2) біоконверсія компостної суміші за допомогою технології вермікомпостування.

Технологія вермикомпостування полягає в отриманні вермикомпостів, які являють собою органомінеральні матеріали, що виникають внаслідок взаємодії вермікультури та ефективних мікроорганізмів при переробці органічних відходів у мезофільних умовах за температури 15-28°C [36, 38]. Технічно вони є повністю стабілізованими органічними високогумусованими добривами з вузьким співвідношенням вуглецю та азоту. Вони відрізняються високими мікробіологічними та ферментативними активностями, гранульованою структурою, високою вологоутримуючою ємністю, а також містять комплекс поживних та вкрай необхідних макро- та мікроелементів в доступній для рослин формі, фітогормони та гумінові речовини. Всі ці речовини досить позитивно впливають на рослини, і є по суті регуляторами росту [54].

На відміне від вермикомпостування, класичний процес компостування є біологічним, аеробним перетворенням різних видів органічних відходів на органічні продукти. Цей процес компостування здатний переробляти відходи на стійкі субстрати. Головним при цьому є те, що після закінчення технологічної фази компостування, отримана компостна суміш не має неприємного запаху, що важливо при утилізації власне органічної складової суміші. Суть процесу полягає у проходженні субстрату через так звану «гарячу» стадію, при якій відбувається саморозігрів компостної суміші до температури в 45–54°C. Ця температура досягається завдяки ефективним мікроорганізмам, що вивільняють теплоту, вуглекислий газ та воду, внаслідок деструкції органічної речовини. Хоча можна прискорити перебіг біологічного процесу розкладання та стабілізації органічних відходів, виключивши «гарячу» стадію. Це відбувається шляхом залучення земляних червів. Черви фрагментують субстрат, додатково збагачуючи його мікрофлорою та підвищують здатність до розкладання субстрату, що призводить до компостування з утворенням ефекту гуміфікації, за допомогою якого нестійкий субстрат окислюється та стабілізується [56, 66].

Поряд з процесам вермикомпостування відбувається й вермикультивування, яке являє собою протилежний технологічний процес, спрямований вирощування популяції дощових червів у штучних умовах. Метою цього процесу є - безперервне збільшення чисельності популяції червів для отримання сталого виходу біомаси [54].

Процес вермикомпостування використовується для переробки органічних відходів гумусоподібний матеріал, відомий широкому загалу як вермикомпост.

І хоча технологічно компостування та вермикомпостування – це різні процеси, головною відмінністю між ним є різниця температур, за яких відбувається процес розкладання органічних відходів, а також у популяції мікрофлори, яка переважає у фазі активної обробки. Так, для компостування це будуть факультативні анаероби з переважанням власне термофільних представників популяції, а у вермикомпостуванні – мезофільні бактерії та грибки. Також значення мають субстрати, отримані за даних видів переробки, які за своїми фізико-хімічними властивостями будуть різні. Дослідження, проведені закордонними науковцями у 1988 році, показали, що вміст поживних елементів, доступних рослинам, у вермикомпостах набагато вищий [64]. Про це свідчать роботи Дурінга та Вагнера [65, 66].

Технологічні відмінності компостів та вермикомпостів, прямо пропорційно залежать від якості вихідного матеріалу, що використовується при їх виробництві. Фундаментальні відмінності між компостами та вермикомпостами полягає в ефекті, що спричинює вплив на ріст та розвиток рослин. Це можна пояснити в першу чергу тим, що в них відбуваються різні за природою процеси, в яких беруть участь дуже відмінні один від одного популяції мікроорганізмів. Діяльність останніх виливається в той факт, що в компостах мінеральний азот концентрується в амонійній формі, тоді як у вермикомпості переважна більшість азоту перетворюється на нітратну форму, тобто у форму азоту, безпосередньо доступну для засвоєння рослинами [18, 34]. Компостування та вермикомпостування є взаємовиключними

технологіями переробки органічних відходів. Вони повинні використовуватися та поєднуватись один з одним послідовно, щоб використовувати унікальні переваги кожного біохімічного процесу перетворення органічної речовини. Наприклад, компостування проводить санітарну обробку відходів та усуває токсичні сполуки, а подальше вермікомпостування зменшує розмір частинок та збільшує доступність поживних речовин. Також органічні відходи можуть містити токсичні речовини (аміак, солі, як важких металів) що є небезпечними для дендробени венети, тому потрібна попередня обробка перед вермікомпостування [36, 38].

РОЗДІЛ 3.

ВПЛИВ ВИДУ СУБСТРАТУ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ БІОГУМУСУ

3.1 Методика досліджень

Дослідження були проведені в лабораторії біотехнології ТОВ «ЕМ України».

Методика закладки досліду і ефективність сумісної переробки рослинних залишків та відходів тваринництва дендробени венети в поєднанні з ЕМ препаратами в умовах лабораторного-польового експерименту.

Компост доставлявся зі свиноферми ТОВ «Полтавське» с. Полтавка, Кропивницький район, Кіровоградської області, солома озимої пшениці з полів ПАФ «ЗОРЯ» с. Водяне, Кропивницький район, Кіровоградської області. Фільтрат – з аеробних стабілізаторів КП «Теплоенергетик» с. Нове, Кропивницький район, Кіровоградської області. Початок проведення досліджень був прийнятий для всіх варіантів – середина грудня, що дозволяло підготувати ЕМ компост до початку проведення польових випробувань під час вирощування гороху в теплицях ФОП Горбенка В.С.

Склад компонентів для переробки первинного компосту в ЕМ компост: компост з свинячого гною; частинки подрібненої соломи розміром 5-10мм; фільтрат з анаеробних стабілізаторів – відходи очистки стічних вод. Усереднений хімічний склад свинячого гною та соломи наводиться у таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад свинячого гною, в перерахунку на суху масу

Гній свинячий	Суха речовина	Органічна речовина	Зола	Азот	Фосфор	Калій	C:N
тверда фракція	5,4	84	22	3,0	1,2	1,5	1:4

Відходи тф гною мають високий вміст азоту 3% та органічної речовини 84%, що говорить про високу поживну їх цінність для процесу вермикомпостування [60, 61, 62].

Таблиця 3.2 – Хімічний склад соломи озимої пшениці, %

Показник	Відсотковий вміст	Показник	Відсотковий вміст
Суша речовина	83,5	Магній	0,9
Клітковина	34,8	Натрій	0,4
Зола	5,6	Калій	2,6
Фосфор	0,6	Хлор	2,5
Кальцій	2,1	Сульфати	1,0

Хімічний склад відходів соломи показує високий вміст клітковини 34,8% та калію 2,6% порівняно з відходами твердої фази гною [35]. Відходи очищення стічних вод є високий вміст азоту 14 мг/дм³.

Компоненти субстрату готуються з компосту твердої фази свинарства та рослинництва. Гній (див. табл. 3.1) пресували для поділу на тверду та рідку фракції за технологією [38]. В якості відходів для первинного компостування використовували тверду фракцію, а рідка фракція гною відправляється в накопичувач для дегельмінтизації. В якості вологопоглинального матеріалу використовувалася солома озимої пшениці, попередньо подрібнена на 5-10 см (таблиця 3.2). В наших дослідженнях протягом першого та другого років початковий склад компонентів компосту залишається постійним, що дозволило зробити висновок про достовірність та порівнянність експериментів за основними параметрами ЕМ компосту після процесу переробки відходів.

Зрошувальна вода (ЗВ) складається з рідких відходів очистки господарсько-побутових стічних вод: фільтрату з аеробних стабілізаторів мулової суміші. Для підтримки технологічної вологості компосту застосовується ЗВ (див. табл. 3.3), в якій містяться хімічні речовини, необхідні для живлення дендробени венета та підвищення якості ЕМ

компосту. Фільтрат доводиться до реакції середовища близького до нейтрального ($\text{pH}=6,5-7,5$) за допомогою вапняного розчину [38, 45].

Таблиця 3.3 – Якісні показники фільтрату з анаеробних стабілізаторів

Показники	Значення граничних іригаційних показників	
	допустимі	розрахункові
Мінералізація, г/л	1	1
Співвідношення $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, мг екв/л	$\leq 1,0$	0,9
Співвідношення $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, мг екв/л	$< 0,7$	0,33
Співвідношення $\Sigma \text{солей} / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, мг екв/л	≤ 4	2,14
pH	6,5 – 7,5	6,5-7,5

За якісними показниками фільтрат є придатною для зрошення субстрату. Якісні показники фільтрату (див. табл. 3.3) підтверджують придатність для його утилізації. Результати дослідження хімічного складу фільтрату за сумарним вмістом солей важких металів та запобігання процесам осолонцювання у ґрунтах чорноземного типу задовольняє вимогам до ЗВ за іригаційними показниками, що знаходяться в допустимих межах [53]. Принципова схема досвіду переробки компосту в ЕМ компост наведена на рис. 3.1.

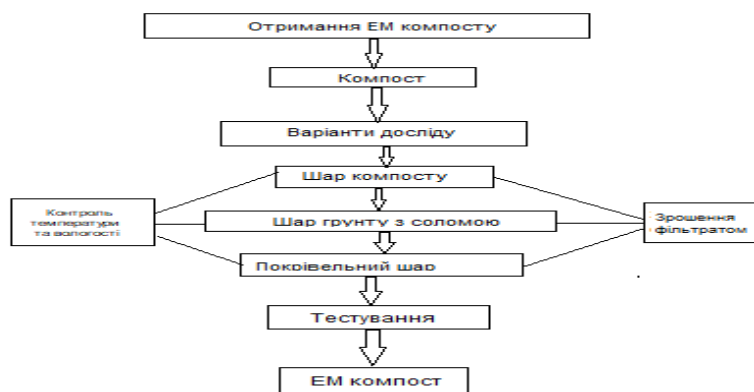


Рисунок 3.1 -Схема досвіду переробки компосту в ЕМ компост

Упорядковане укладання шарів субстрату проводиться в біореакторах однакових розмірів (див. рис. 3.2), що дозволяє виконувати досліди у 3-х кратній повторності.



Рисунок 3.2 - Біореактори для отримання ЕМ компосту.

У біореактори (див. рис. 3.1 та 3.2) у 3 шари укладається «підготовлений» субстрат, який включає: свинячий компост шаром h_1 ; шар ґрунту, перемішаний з компостом та подрібненою соломою h_2 (співвідношення компонентів – 1:1:1); та шар соломи h_3 , який виконує функції захисту та служить для зниження випаровування вологи та підтримання належного рівня вологості в середині субстрату [37].

Товщина 1-го шару компосту обчислюється за формулою (3.1), з врахуванням вологості компосту, ґрунту та соломою – 30 %, вологості соломи – 20 % та початкової вологості компосту – 72 %. Питома об'єм фільтрату шару 0,2м-0,2 м³/м²; щільність компосту 1,0 т/м³, щільність ґрунту – 1,15 т/м³.

Маса фільтрату ($h_1 + h_2$) – 0,107 т, визначаються з урахуванням фізичних характеристик матеріалів. Товщина шару компосту h_1 в біореакторі буде 0,087 м, приймається шар компосту товщиною 0,1 м.

Другий шар суміші (ґрунт + компост + солома) приймається рівним 0,1 м, тому що на початку обґрунтування розміру шарів була прийнята товщина 0,2 м для 2-х шарів. Захисний 3-й шар соломи приймається заввишки 0,1 м. Загальна товщина упорядкованого шару субстрату при початковому процесі компостування субстрату – 0,3 м.

Для підтримки вологості обґрунтовано обсяг поливної норми ЗВ для процесу отримання ЕМ компосту та впорядкованого шару субстрату завтовшки 0,3 м, розрахунок норми поливу виконується за формулою [14].

Як встановлено раніше, необхідна вологість суміші має бути в діапазоні від 80 до 75 %. Допустима вологість нижньої межі не менше 70 %. Коефіцієнт пористості для капілярно-пористого середовища субстрату $n=0,5$. Норма поливу поверхні субстрату $-m = 7,3$ л/полив.

Після 1-го процесу отримання ЕМ компосту коефіцієнт пористості коригується, так як в процесі технології відбувається самоущільнення суміші за рахунок життєдіяльності дендробени венети та зменшення шару соломи, n визначається як середньозважений:

$$n_{срв} = (n_1 \cdot h_1 + n_2 \cdot h_2 + n_3 \cdot h_3) / \Sigma h. \quad (3.1)$$

Для 2-го впорядкованого шару субстрату потрібно ЗВ на товщину шару $h_2 = 0,22+0,3 = 0,52$ м та з урахуванням середньозваженого коефіцієнта пористості $n_{срв}=0,415 - 10,5$ л/полив.

Для 3-го впорядкованого шару субстрату знадобиться ЗВ на товщину шару $h_3 = 0,22+0,22+0,30 = 0,74$ м та з урахуванням середньозваженого коефіцієнта пористості $n_{срв}=0,381 - 14,1$ л/полив.

Загальний термін переробки компосту – 45 днів, який включає 3 цикли по 15 днів. Період циклу встановлюється органолептичним методом зміни кольору компосту, запаху, тестування активності та приросту маси мальків дендробена венета.

Кислотність субстрату приводиться до значень $pH = 6,5-7,5$ за допомогою гашеного вапна – $Ca(OH)_2$, якщо початковий компост має нейтральне середовище, ця операція не проводиться.

Зрошувальна вода має кислу реакцію середовища і розбавляється $Ca(OH)_2$. Витрата вапна була визначена дослідним шляхом методом тестування. Встановлено, що з нейтрального середовища необхідно $Ca(OH)_2 - 0,13$ кг/л ЗВ. Субстрат зрошується ЗВ через 3-4 дні для підтримки вологості на рівні від 75 до 80 % при температурі компосту на рівні 21-23°C, де

створюється нейтральне середовище та необхідні умови життєдіяльності мікроорганізмів у компості.

Температура у лабораторії під час дослідів була в діапазоні 21-23°C. Для вимірювання параметрів процесу отримання ЕМ компосту в біореакторах по висоті з одного боку були зроблені отвори діаметром 1,5 см через кожні 10 см, куди для вимірів вологості та температури субстрату вставляються електронний прилад METRINCO M131SD та термометр-щуп ТА 278.

Прилад METRINCO M131SD обладнаний щупом довжиною 30 см для контролю вологості в 5-кратній повторності. Термометр-щуп вимірював температуру з точністю 0,1 °C.

Для підтримки необхідної температури в діапазоні 21-23°C в біореактор подається повітря з температурою 25°C субстрат через перфорований трубопровід, укладений на його дні. Повітря забезпечує аеробний процес у біореакторі для ферментації субстрату та життєдіяльність дендробени венета. Об'єм повітря визначається з розрахунку 5,5 м³ на 1 кг субстрату. З огляду на рекомендації професора В.П. Коваленко [5] необхідно 605 м³ для процесу отримання ЕМ компосту.

При процесах зволоження та аерації компосту рух води у трьох фазній системі (тверда, рідка та газоподібна фази) носить дифузний характер. Цей процес оцінюється коефіцієнтом вологопровідності, який використовується для обчислення втрати теплоти у компості [23, 24, 25]. Вологопровідність пов'язана з фільтрацією, тому при визначенні коефіцієнта k обчислюється коефіцієнт фільтрації.

Коефіцієнт фільтрації визначається з формули Дарсі, а швидкість фільтрації знаходиться як витрата води, що протікає через одиницю площі компосту. За ДСТУ БВ. 2.1-23:2009 капілярно-пори́сте середовище відноситься до ґрунтів - сильноводопроникних та коефіцієнт фільтрації знаходиться в діапазоні 3-30 м/добу. Розрахункове значення k_F приймається нормативним k_{Fn} , як середньоарифметичне приватних значень (n) k_{Fi} .

Коефіцієнт проникності для капілярно-пористого ґрунту (компосту) визначається за формулою 3.2:

$$k = (5,14 \cdot 1,812)/(105 \cdot 1,25) = 0,745 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

Втрати теплоти на нагрівання стінок перфорованої труби та втрати теплоти під час руху нагрітого повітря в компості дорівнює 724330 Дж.

Втрати тепла на нагрівання суміші теплим повітрям із перфорованого трубопроводу на 2°C можна обчислити із загальновідомої формули [48], де C_v – питома теплоємність повітря – 10005 Дж/кг °C; $Q_{\text{кап}}$ – 375 Дж.

Час процесу аеробної ферментації при вермикомпостуванні складає 1926 секунд або 0,53 години.

Для подачі повітря в біореактори необхідний компресор з подачею 1226 м³/годину (20,4 л/хв) та тиском у ресивері 0,6 МПа. З урахуванням часу аеробної ферментації компосту для 6 біореакторів достатнього одного компресора з подачею повітря 20 л/хв, який працюватиме послідовно на 6 біореакторах – 3 години 18 хв. Аерація компосту передбачається 1 раз на 3 дні.

3.2 Схема використання ЕМ компосту в умовах відкритого ґрунту

Ґрунт ФОП Горбенка В.С. представлений чорноземом вилуженим малогумусним потужним важкосуглинистим. За потужністю гумусового горизонту чорнозем вилужений відноситься до надпотужного вигляду, за механічним складом це легка мулувата глина. Вміст фізичної глини в орному горизонті ($H_{\text{орн}}$) – 64 %. Розподіл фракцій механічних елементів за профілем відносно рівномірний. Ґрунт має сприятливі водно-фізичні властивості та агрохімічний склад, чорноземи вилужені придатні для вирощування всіх овочевих культур. Аналіз кліматичних показників років досліджень. показав, що 2019 рік найбільш адаптований до середньо- багаторічних кліматичних характеристик району, при чому він найбільш повно корелює з їх середнього багаторічними значеннями. Тому наводяться результати дослідження за 2019 рік.

Схема польового досліді містить 5 варіантів. Повторність варіантів - 4-кратна. Розміщення ділянок – рендомізоване, у якому порядок проходження варіантів носить випадковий характер. Загальна площа ділянки – 36м² (0,9 м×40м), а облікова – 18 м² (0,9 м×20 м). Ширина ділянки відповідає ширині захвату сівалки BEDNAR Omega FL6000_OO, яку використовували для посіву. Площа ділянки є достатньою для проведення досліді з цією культурою [37].

Схема досліді наводиться рис. 3.3 На дослідні ділянки були внесені різні дози біокомпоста на глибину закладення насіння гороху сівалкою BEDNAR Omega FL6000_OO. Дози внесення біокомпоста були прийняті за методикою проведення експерименту. Контролем служила ділянка без внесення біогумусу.



Рис.3.3 Схема досліді при вирощуванні гороху

Схема варіантів: 1 контроль; 5 т/га; 10 т/га; 15 т/га; 20 т/га. З розрахунку доз було внесено біокомпоста рівномірно за площею ділянок 18 м² у 2-му досвіді – 18 кг/га, у 3-му – 36 кг/га, у 4-му – 54 кг/га, у -5 му – 72 кг/га. Разом було внесено на дослідну ділянку 720 кг біогумусу, який отримували щороку у біореакторах.

Аналітичні роботи виконувались відповідно до загальноприйнятих методик [2, 3, 5]. Вміст азоту в ґрунті визначали у свіжих зразках з

наступним визначенням вологості ґрунту гравіметричним методом ДСТУ 7863:2015. Вміст рухомого фосфору та обмінного калію визначали за методом Чирикова в модифікації ЦИНАО (ГОСТ 26204-91) [60, 63].

У рослинах гороху визначали вміст загального азоту, фосфору та калію методом мокрого озоління в сірчаній кислоті з перекисом водню: азот – за К'єльдалем, фосфор – калориметричний, калій – на полум'яному фотометрі. У польовому досвіді облік урожаю проводився суцільним способом усім випадках у фазі повної стиглості [30].

Статистична обробка даних проведена шляхом дисперсійного аналізу [5].

РОЗДІЛ 4.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

У всіх вермітехнологіях використовуються черви – Люмбрициди, вони дуже активні у вермікультурі, ненажерливі та завжди знаходяться близько біля поверхні вермісистеми. Основний момент полягає в регулярному додаванні органічних відходів на поверхню шарами через короткі інтервали, так, щоб будь-яке нагрівання в результаті активності ефективних мікроорганізмів не стало небезпечним для дендробени венети.

За рівнем та складністю всі системи вермикомпостування поділяють на 3 групи [55]: 1. Низькотехнологічні; 2. Середньотехнологічні; 3. Високотехнологічні

За рівнем переробки органічних відходів також виділяють три групи технологій: дрібномасштабні (домашні системи); середньомасштабні (домашні та комерційні вермітехнології); великомасштабні (комерційні вермітехнології)

4.1 Особливості приросту біомаси дендробена венета

У біореактор укладається 1-й шар компосту, який зрошується фільтратом до вологості – 80 %. Потім на 2-й шар суміші вологістю 80 % випускається 150 шт. особин дендробена венета. Після проникнення червів у компост через 5-10 хв. шари накриваються соломою. А сама солома зволожується.

У дослідах підтримується вологість компосту за варіантами (75-80 %), середовище рН = 6,5-7,5. Проводиться щоденний контроль вологості, температури та рН. Середнє відхилення допускається від заданих параметрів не більше ніж на $\pm 5\%$. Зрошення компосту фільтратом виконується розпилювачами над його поверхнею за зниження вологості компосту до 75 %. Діапазон зволоження компосту знаходиться у вузьких межах від 75 до 80 %. Підгодовування мальків дендробена венета проводиться відходами соломи, замоченими у фільтрат. Шар підживлення підтримується -5 см по

мірі розмноження дендробени венети. Параметри та варіанти процесу отримання ЕМ компосту наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технологічні аспекти отримання ЕМ компосту

№ варіанту	Температура, °C	Вологість, %	pH	Середня витрата фільтрату, л/м ²	Витрата вапна, кг/л	Витрата повітря, л/мин
1	21-23	80	7,5	10,6	0,13	20
2	21-23	75	7,5	10,6	0,13	20
3	21-23	80	6,5	10,6	0,13	20
4	21-23	75	6,5	10,6	0,13	20
5	21-23	80	7,5	10,6	0,13	20
6	21-23	75	7,5	10,6	0,13	20

Цикл аеробної ферментації повторюється в біореакторі – 3 рази по 15 днів перебігу процесу отримання компосту. Разом з тим процес отримання ЕМ компосту – 45 днів. Результатом дозрівання ЕМ компосту є шар органічної речовини, потужність якого у біореакторах досягає 0,60-0,63 м.

Основним параметром комплексної біодекструкції відходів є приріст біомаси дендробени венети, який визначається їх біологічною активністю, тобто розмноженням в оптимальних умовах середовища, яке задається встановленими параметрами дослідів (див. табл. 4.1).

Біологічна активність дендробена венета визначає ефективність процесів компостування. З кожного біореактора відбирається по 20 представників дендробена венета. За допомогою електронних ваг визначається вага кожної особи з похибкою до 0,001 г. Вага особин дендробена венета знаходиться в діапазоні 1,124-2,013 г. Відмінність маси дендробена венета за варіантами обумовлений їх віком, тобто відсотком мальків та статевозрілих особин в кожному варіанті дослідів.

Для визначення активності дендробена венета із 6 варіантів їх випускають на поверхню ЕМ окомпосту з вологістю в межах від 75 до 80 %, де у 3-х кратній повторності визначається час, за який особини дендробена венета повністю ховаються в товщі компосту. За активністю дендробена венета робляться висновки про їхню життєздатність та інтенсивність розмноження. У дослідях при вологості субстрату 75 % активність дендробена венета становить 55 с; в той же час вже при вологості 80 % активність дендробена венета становить лише 53 с, хоча на контролі за вологості 80 % всього – 42 с. Контрольний варіант – зрошення компосту чистою відстояною водою. Розбіжність дослідів з активності з різною вологістю та фільтратом становить 3,6 %.

У всіх випадках було встановлено активне розмноження дендробена венета. Наприкінці процесу біокомпостування приріст маси дендробена венета визначається в кожному досліді з 20 особин, вибраних довільно з кожного біореактора під час фінішного підгодовування, коли практично всі черви виповзали на поверхню біокомпосту. У таблиці 4.2 наводяться приріст біомаси дендробена венета за варіантами.

Таблиця 4.2 - Приріст маси при вермикомпостуванні, г.

Показники	Варіанти					
	1	2	3	4	5	6
Маса, г	33,65	27,28	24,59	40,82	36,38	43,24
Вологість, %	80	75	75	80	75	80
pH	7,5	7,5	6,5	7,5	7,5	6,5

Результати дослідів показують, що на приріст маси впливають параметри вологості та середовища при постійних параметрах температури, часу аерації, витрати вапна, фільтрату та повітря для підігріву компосту.

Для обґрунтування параметрів вологості та кислотності компосту при виробництві ЕМ компосту прийнято повний факторний експеримент, у якому

є незалежні фактори: W , pH , що впливають на приріст біомаси дендробени венети ΔG .

Для роздільної оцінки ефектів факторів на G використовується модель плану 2-го порядку.

При дослідженні факторів, що впливають на приріст біомаси ΔG , враховується вологості та рівня pH за інших постійних факторів приймається модель експерименту (див. табл.. 4.2). Аналіз безперервних симетричних планів 2-го порядку показує, що максимальне значення визначника інформаційної матриці досягається у тому випадку, коли моменти плану відповідно однакові [42]. У цьому випадку використовується симетричний композиційний план типу B_k (зоряні точки якого дорівнюють ± 1). Значення факторів на оптимальних рівнях, інтервали та рівні варіювання наводяться у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Фактори, інтервали та рівні варіювання

Фактори впливу	Позначення координат	Інтервал варіювання	Рівні факторів		
			-1	0	+1
вологість, %	x_1	2,5	75	77,5	80
pH	x_2	0,5	6,5	7,0	7,5

Максимальним значенням для першого фактора x_1 є вологість 80 % та мінімальним – 75 %, для другого фактора x_2 - $pH_{\max} = 7,5$ та - $pH_{\min} = 6,5$, що відповідає часу вермікомпостування 45 днів. Встановлюються інтервали та рівні факторів, їх значення заносяться до матриці планування експерименту (див. табл.. 4.4).

Середні величини параметрів оптимізації ΔG представлені у таблиці 4.4. Результати якісних показників та оптимізації параметрів процесу приросту біомаси визначаються згідно загальноприйнятих методик [2]. Результати математичної обробки експерименту подаються у вигляді рівняння регресії для приросту біомаси дендробена венета Y :

$$Y = 50,499 + 2,973 x + 2,312 x + 0,968 x * x - 12,775 * x^2 - 10,448 * x^2, \quad (4.1)$$

де Y-приріст біомаси, р.

Таблиця 4.4 - Матриця планування дослідів

№ дослідів	X ₀	X ₁	X ₂	x ₁	x ₂	x ₁ x ₂	-2 1	-2 2	y
1.	+1	80	7,5	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	33,65
2.	+1	75	7,5	- 1	+ 1	- 1	+ 1	+ 1	27,28
3.	+1	75	6,5	- 1	- 1	+ 1	+ 1	+ 1	24,59
4.	+1	80	7,5	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	40,82
5.	+1	75	7,5	- 1	+ 1	- 1	+ 1	+ 1	36,38
6.	+1	80	6,5	+ 1	- 1	- 1	+ 1	+ 1	43,24

Виконується диференціювання рівняння (4.1) по кожній із змінних та прирівнявши похідні нулю, виходить система лінійних рівнянь. Рішення, яких визначає координати центру поверхні відгуку.

$$x_1 = 0,09724, \quad x_2 = 0,11515. \quad (4.2)$$

Підставляючи в рівняння (4.1) значення x_1 та x_2 з (4.2), визначаються значення параметра оптимізації в центрі поверхні відгуку на новому початку координат: $Y_s = 50,75$, де Y_s – значення відгуку на новому початку координат ($Y_s = \Delta G$ – вільний) член канонічного рівняння).

Рівняння регресії (4.1) у канонічній формі має вигляд:

$$Y - 50,75 = -12,87 * X_1 - 10,35 * X_2, \quad (4.3)$$

де коефіцієнти регресії у канонічній формі: $B_{11} = -12,87$; $B_{22} = -10,35$

Поверхня відгуку є параболоїд (див. рис. 4.1), а центр поверхні – екстремум (максимум), т.к. коефіцієнти при квадратах координат негативні у канонічному рівнянні (4.4).

Результати оптимізації параметрів показують, що максимальний приріст біомаси хробаків – 51г слід очікувати при $pH = 7,06$ та $W = 77,75 \%$. І регресійна модель представляється у вигляді:

$$\Delta G = 50,75 - 12,87 * W^2 - 10,35 * (pH)^2. \quad (4.4)$$

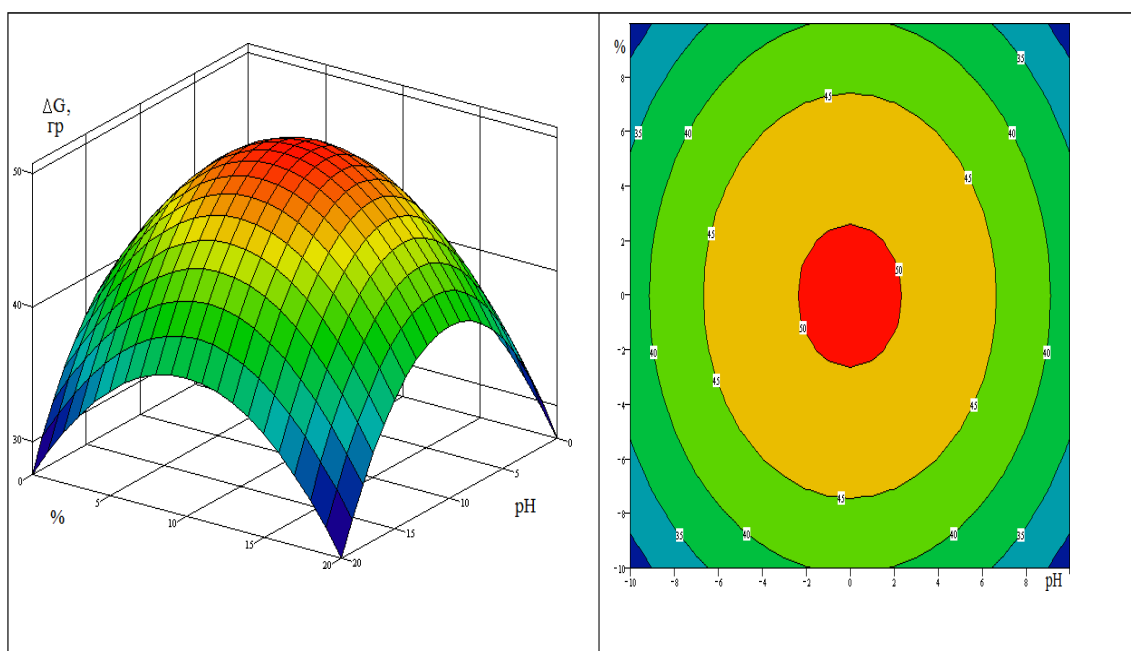


Рисунок 4.1 – Залежність приросту біомаси від вологості та pH

Виконано аналіз витрат компонентів на приготування 1 тонни ЕМ компосту. Витрати компонентів комплексної біотехнології [35, 36] наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Усереднені витрати компонентів за варіантами дослідів для виробництва 1т ЕМкомпосту, т

№ п/п	Перелік компонентів суміші	Виробництво компосту	Виробництво ЕМ компосту	Затрати компо- нентів на приготування 1 т
1	Свинячий компост, суха маса	0,713/0,163	-	0,80/ 0,184
2	Солома	0,0648	0,006	0,082
3	Гашене вапно	0,0104	0,039	0,055
4	Фільтрат	0,078	0,0051	0,096
5	Ґрунт	-	0,518	0,584
6	Вихід біогумусу	-	-	1,0

У таблиці 4.6 наведені середні показники, що відображають біохімічну цінність ЕМ компосту як органічного добрива.

Таблиця 4.6-Усереднений склад ЕМ компосту, % **

Компоненти ЕМ компосту	2019 рік	2020 рік
Гумус, масова частка в перерахунку на суху речовину, не менше	23,9	25,0
Азот загальний (А)	3,01	3,03
Фосфор (Р)	2,35	2,41
Калій (К)	2,64	2,63
Кальцій (Са)	7,29	7,38
Магній (Mg)	2,55	2,52
Вологість	22	23
Суха органічна речовина (за складом близька до гумусу ґрунту)	78	77

** Примітка рН розчину 7,1

Встановлено, що результати дослідів з хімічної цінності та вмісту органічної речовини у пробах варіантів відрізняються один від одного не більше ніж на 3-5 % (див. табл. 4.6).

4.2 Перебіг фенологічних фаз при вирощуванні гороху.

Дати настання фаз розвитку рослин наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Фенологічні спостереження за розвитком гороху

Рік	Посів	Всходи		Цвітіння		Повна стиглість
		початок	масовіе	початок	масове	
полевi дослідi						
2019	7.03	14.03	19.03	24.04	29.04	28.07

Вивчення фаз вегетації гороху. 1 декада березня. Агрометеорологічні умови для попереднього розвитку гороху склалися задовільно через брак тепла.

2 декада березня. Погодні умови для зростання та розвитку гороху у першій половині декади були задовільними через брак тепла. На посівах з'явилися сходи. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту 0-25 см добрі (25-40 мм)

3 декада березня. На посівах гороху відзначалося наростання листя (3-5 справжніх листків). Вологозабезпеченість посівів була хорошою, запаси вологи в орному шарі ґрунту становили 20-40 мм; у шарі 0-150 см – 75-100 мм.

1 декада квітня. На посівах гороху тривало наростання листя, почалося утворення бічних пагонів. Запаси продуктивної вологи становили у орному шарі ґрунту 25-40 мм, у метровому – 150-190 мм.

2 декада квітня. На посівах гороху тривало утворення бічних пагонів. Висота рослин 15-36 см. Запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту склали 25-40 мм, у метровому шарі – 15-200 мм.

3 декада квітня. На більшості посівів гороху відзначалося цвітіння. Висота рослин 25-50 см, стан посівів добрий.

1-а декада травня. На посівах тривало цвітіння, почалося утворення бобів. Висота рослин від 35 до 55 см. Стан посівів переважно хороший.

2 декада травня. На більшості посівів сої цвітіння закінчилося, продовжується формування бобів. Висота рослин 45-60 см, стан посівів переважно хороше.

3 декади травня. У зв'язку із спекотною погодою агрометеорологічні умови розвитку гороху були задовільними. Висота рослин 45-75 см, стан посівів переважно хороший. Формування бобів завершилося.

1 декада червня. На посівах розпочався перший етап дозрівання, що раніше за середні багаторічні терміни. Умови формування бобів були задовільними через брак вологи в ґрунті.

2 декада червня. Знижений температурний режим був сприятливим для формування бобів та наливу насіння гороху, що стримувало дозрівання бобів.

3 декада червня. У гороху тривало дозрівання зерна, через дефіцит ґрунтової вологи в другій половині декади призвело до прискореного дозрівання. У другій декаді липня горох повністю дозрів.

Загалом погодні умови для формування врожаю у 2019 році були задовільними та малосприятливими через брак вологи в ґрунті [30].

4.3 Вплив ЕМ компосту на водно-фізичні властивості ґрунту

Польовий дослід показав, що внесення органічного добрива у вигляді біогумусу сприяє суттєвому підвищенню врожайності гороху. На контрольному варіанті врожайність становила 18,2 ц/га. Найнижча доза біогумусу 5 т/га мала найменший позитивний вплив на врожайність культури. На даному варіанті отримано врожайність 19,3 ц/га, що лише на 6 % вище, ніж на контролі. Внесення ЕМ компосту в дозі 10 т/га сприяло суттєвішому збільшенню врожайності гороху до 21,7 ц/га, та збільшення по відношенню до контролю – 3,5 /га. Подальше збільшення дози компосту до 20 т/га було малоефективним. Тут збільшення врожаю становило 3,8 ц/га у порівнянні з контролем та 0,3 ц/га в порівнянні з дозою 15 т/га. Математична обробка показала, що достовірної різниці між ними не спостерігається.

Водно-повітряний режим ґрунту визначається розміром агрегатів та їх співвідношенням. Як глибиста, так і мулиста фракції негативно впливають на водний, повітряний, мікробіологічний процеси та в цілому на потенційну родючість ґрунту (див. таблиця 4.8).

Аналізуючи показники наведені в таблиці 4.8 ми прийшли до висновку про те, що гранулометричний склад вилуженого чорнозему змінювався залежно від різних доз біогумусу.

У шарі ґрунту 0-10 см найбільша кількість грудкової фракції (>10мм) спостерігалось на ділянках з дозою ЕМ компосту 10 т/га-31,5 %, а найменше - у варіанті з дозою 20 т/га - 26,1 %.

Таблиця 4.8 – Гранулометричний склад вилуженого чорнозему під горохом залежно від доз ЕМ компосту

Система удобрення	Шар ґрунту, см	Розмір ґрунтових агрегатів, мм, вміст %			
		>10	10-0,25	<0,25	Кст
Без удобрення (контроль)	0-10	28,3	67,8	3,9	2,1
	10-20	31,5	66,4	2,3	1,9
	20-30	43,2	56,8	0,4	1,3
	30-50	44,8	55,9	0,5	1,2
	50-70	41,2	58,7	0,5	1,4
Доза ЕМ компосту 10т/га	0-10	31,5	65,4	3,6	1,9
	10-20	31,7	67,1	1,0	2,0
	20-30	39,4	60,7	0,6	1,5
	30-50	37,4	61,6	0,7	1,6
	50-73	35,6	64,5	0,6	1,8
Доза ЕМ компосту 15т/га	0-10	25,4	72,6	2,4	2,6
	10-20	28,7	70,5	1,1	2,3
	20-30	31,2	68,6	0,7	2,2
	30-50	27,5	71,8	0,7	2,6
	50-70	26,8	72,5	0,7	2,6
Доза ЕМ компосту 20т/га	0-10	26,1	71,4	2,5	2,5
	10-20	23,5	74,7	1,8	3,0
	20-30	29,4	69,4	1,3	2,3
	30-50	26,7	73,2	0,3	2,7
	50-70	25,0	74,8	0,2	3,0

Застосування органічної системи добрив під горох дозволяє покращити структуру чорнозему. Агрономічно цінних ґрунтових агрегатів у цьому варіанті збільшилося порівняно з контролем на 8,3 %.

У верхньому орному горизонті ґрунту (0-10 см) загальна кількість водомісних агрегатів була найменшою у порівнянні з більш глибокими шарами на всіх варіантах дослідів. Так, на контрольному варіанті сума водомісних агрегатів склала 54,7 %, на ділянках з дозою внесеного біогумусу 10 т/га та з дозою 15 т/га відповідно 60,4 та 64,2 %, на ділянках з дозою внесеного біогумусу 20 т/га, що становило - 66,8 %.

На ділянках з дозою внесеного біогумусу 15 т/га та з дозою 20 т/га спостерігалось збільшення водомісності у шарах 10–20 та 20–30 см відповідно на 3,9–6,3 % та 4,8–6,5 % (див. табл.. 4.8).

Встановлено, що дози внесеного ЕМ компосту в кількостях 10 т/га та 15 т/га збільшували водомісність відповідно на 2,1 та 6,0 %.

При внесенні ЕМ компосту в кількості 20 т/га цей показник збільшувався до 70,6 %.

Кількість водомісних агрегатів розміром 3-1 мм у ґрунтовому шарі 0-30 см на ділянках з дозою внесеного ЕМ компосту 15 т/га 20 т/га становило 51,6 та 54,2 % відповідно.

Спостереження за показником щільності ґрунту при вирощуванні гороху залежно від доз внесеного ЕМ компосту, наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Щільність вилуженого чорнозему під горохом залежно від доз ЕМ компосту.

Система основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Система удобрення							
		без удобрення		Доза ЕМ компосту 10 т/га		Доза ЕМ компосту 15 т/га		Доза ЕМ компосту 20 т/га	
		d0, г/см ³	B0, %	d0, г/см ³	B0, %	d0, г/см ³	B0, %	d0, г/см ³	B0, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхневий обробіток	5-10	1,38	16,8	1,39	15,6	1,33	14,7	1,30	18,1
	15-20	1,40	16,9	1,40	16,1	1,38	13,7	1,38	16,3

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
грунту на глибину 6-8 см	25-30	1,42	18,4	1,40	18,9	1,39	18,1	1,40	20,1
	45-50	1,47	20,8	1,45	22,2	1,42	19,9	1,42	22,4
	65-70	1,47	20,7	1,49	21,8	1,46	20,7	1,45	22,3

Аналізуючи показники таблиці 4.9 можна зробити висновок про те, що найбільш ущільнюючу дію в орному шарі 5-10 см встановлено на варіанті з дозою внесеного ЕМ компосту 10т /га - 1,39 г/см³, найменше ущільнення 1,30 г/см³ отримано в досліді з дозою внесеного біогумусу 20 т/га, це на 0,08 г/см³ менше, ніж на контролі. Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що ступінь ущільнення орного шару залежить від системи удобрення ґрунту.

Таким чином, найбільше ущільнення орного шару при вирощуванні гороху було відзначено у контрольному варіанті – 1,42 г/см³, найменша щільність ґрунту відзначена у варіанті з несенням біогумусу у кількості 20т/га – 1,30 г/см³. Загальна пористість та ступінь аерації є одними з найважливіших ознак, що впливають на ріст та розвиток рослин (див. таблиця 4.10).

Таблиця 4.10 – Загальна шпаруватість (V, %) та шпаруватість аерації (Va, %) ґрунту

Шар грунту, см	Система удобрення							
	без удобрення		Доза ЕМ компосту 10 т/га		Доза ЕМ компосту 15 т/га		Доза ЕМ компосту 20 т/га	
	V,%	Va,%	V,%	Va,%	V,%	Va,%	V,%	Va,%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-10	48,3	25,1	47,9	26,2	50,2	30,6	51,3	27,8
15-20	47,6	23,9	47,6	25,1	48,3	29,4	48,3	25,8
25-30	46,8	20,7	47,6	21,1	47,9	22,7	47,6	19,5

Продовження таблиці 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
45-50	44,9	14,3	45,7	13,5	46,8	18,5	46,8	15,0
65-70	44,9	14,5	44,2	11,7	45,3	15,1	45,7	13,4

Оптимальні показники загальної шпаруватості спостерігалися у верхньому шарі ґрунту 0-10 см. Загальна шпаруватість змінювалася від 47,9 % на ділянках із дозою внесеного ЕМ компосту 10 т/га до 51,3 % на ділянках із дозою 20 т/га.

На контролі шпаруватість становила 48,3 %, але в органічній системі добрив – 50,2 %. Шпаруватість аерації у вилуженого чорнозему змінювався аналогічно показнику «загальна шпаруватість». Оптимальним цей показник був на всіх варіантах досвіду до шару 25-30 см. Вглиб профілю ґрунту він знижувався нижче 20 %.

На удобрених варіантах показник твердості ґрунту у шарі 0-10 см змінювався не значно та коливався в межах від 18,3 до 20,4 кг/см² (див. табл.. 4.11).

Таблиця 4.11 – Залежність твердості ґрунту від дози ЕМ компосту, кг/см²

Система удобреньня	Шар ґрунту, см	Твердість ґрунту, кг/см ²		
		початок вегетації	середина вегетації	кінець вегетації
1	2	3	4	5
Без удобрень	0-10	21,0	34,0	40,0
	10-20	27,9	40,0	-
	20-30	33,3	40,0	-
Доза ЕМ компосту 10 т/га.	0-10	20,4	33,5	40,0
	10-20	23,9	40,0	-
	20-30	28,1	40,0	-

Продовження таблиці 4.11

1	2	3	4	5
Доза ЕМ компосту 15 т/га.	0-10	18,3	35,2	40,0
	10-20	27,6	38,8	-
	20-30	36,6	40,0	-
Доза ЕМ компосту 20 т/га.	0-10	18,5	27,1	40,0
	10-20	26,6	38,5	-
	20-30	31,9	40,0	-

Аналіз таблиці 4.11 показує, що на початку вегетації твердість ґрунту мала найменші показники. У шарі 0-10 см на контрольному варіанті вона становила 21,0 кг/см², а до середини вегетації твердість збільшилася на 12,0 кг/см². У разі твердість була на 12,9-4,8 кг/см² менше, ніж контролі. Всередині вегетації в орному шарі твердість збільшувалася і становила - 40,0 кг/см². До середини вегетації ґрунт ущільнився й твердість на ділянці з дозою внесеного ЕМ компосту 10 т/га збільшилася на 13,1 кг/см². На варіанті дослідів з внесеним ЕМ компостом в кількості 20 т/га та 15 т/га твердість змінилася на більш відчутну величину до 27,1 та 35,2 кг/см², що у 8,6 і 16,9 кг/см² більше, ніж у попереднього варіанту.

Одним з важливих меліоративних прийомів, що впливають на запаси як загальної, так і продуктивної вологи в ґрунті, є система удобрення. Запаси загальної та продуктивної вологи в період вегетації гороху представлені в таблиці 4.12.

Контрольний варіант сприяв накопиченню восени - зимовий період 82 мм продуктивної вологи, це на 9,0 мм менше, ніж на ділянках з внесеним ЕМ компосту у кількості 10 т/га, що на 22,0 та 40,0 мм менше, ніж на ділянках з внесеним ЕМ компосту у кількостях 15 та 20 т/га (див. дод. А). Визначення запасів вологи наприкінці вегетації рослин гороху показало, що на ділянках із внесеним ЕМ компосту у кількостях 15 та 20 т/га загальні

запаси вологи становили 392 та 387 мм, що на 22,0 та 17 мм більше, ніж на контролі .

Таблиця 4.12 – Запаси загальної ($W_{\text{заг.}}$, мм) та продуктивної ($W_{\text{прод.}}$, мм) вологи у шарі 0-160 см залежно від дози добрив.

Система удобрення	Запаси вологи, мм			
	початок вегетації		кінець вегетації	
	$W_{\text{общ}}$	$W_{\text{прод}}$	$W_{\text{общ}}$	$W_{\text{прод}}$
Контроль	408	82	370	44
10 т/га.	417	91	352	26
15 т/га.	430	104	387	61
20 т/га.	448	122	392	66

Водоспоживання гороху визначали за водним балансом шляхом обліку надходження та витрачання води в кореневмісному шарі ґрунту (див. табл.. 4.13).

Таблиця 4.13 - Вплив дози ЕМ компосту на водоспоживання гороху

Система удобрення	Витрачено води, м³/га		Сумарне водоспоживання, м³/га	Коефіцієнт водоспоживання, м³/т
	з ґрунтових запасів	опадів		
Контроль	380,0	1612,0	1992,0	321,3
10 т/га.	650,0	1612,0	2262,0	226,2
15 т/га.	430,0	1612,0	2042,0	240,2
20 т/га.	560,0	1612,0	2172,0	244,0

Встановлено, що на посівах гороху більш раціонально волога використовується на варіантах із внесеним ЕМ компосту у кількостях 15 та 20 т/га. Аналіз таблиці 4.13 показує, що на контрольних варіантах з ґрунтового запасу витрачено води 380,0 м³/га, що у 50-270 м³/га менше, ніж інших варіантах дослід.

Таким чином, сумарне водоспоживання на ділянках із внесеним ЕМ компосту у кількості 10 т/га було найбільшим – 2262,0 м³/га. Однак за величиною сумарного споживання не можна остаточно судити про ефективність вирощування гороху. Витрата води на створення 1 т насіння гороху на варіанті з внесеним ЕМ компостом 15 т/га порівняно з контролем був на 81,1 м³/т менше, а порівняно з ділянками, де було внесено 10 та 20 т/га – на 14,0 більше та на 3,8 м³/т менше відповідно.

Таким чином, найбільш ефективно вода використовувалася рослинами гороху на варіанті з внесеним ЕМ компостом у кількості 20 т/га, де коефіцієнт водоспоживання становив 244,0 м³ на створення 1 т насіння.

4.4 Вплив ЕМ компосту на густоту стояння рослин гороху.

Проведені біометричні виміри показують, що ЕМ компост стимулює ріст та розвиток рослин гороху [30, 46]. У початковий період його росту та розвитку не спостерігалось вираженої закономірності впливу доз на наростання надземної маси рослин

Кількість рослин на одиниці площі є основним показником структури врожаю. Підрахунок рослин у дослідях проводився навесні після появи сходів та перед збиранням (див. табл. 4.14).

Дані таблиці 4.14 свідчать про те, що густота стояння рослин гороху по варіантах не однакова. Так, на ділянках з дозою внесення біогумусу 10 т/га густота стояння сої навесні становила 244,4 тис. рослин на гектар, що на 20,0 тис. рослин на гектар більше, ніж на контрольному варіанті.

Наприкінці вегетації, найбільше рослин гороху на одиниці площі спостерігалось у варіантах з внесенням ЕМ компосту. Відсоток виживання рослин на варіантах з удобренням був близький та становив від 80,0 до 85,8 %. Виживання рослин гороху на контролі – 83,2 %. Таким чином, виживання рослин гороху на ділянках з внесеним ЕМ компостом у кількості 20 т/га, була вищою порівняно з іншими варіантами.

Після внесення ЕМ компосту на дослідну ділянку покращився гранулометричний склад ґрунту при вирощуванні гороху залежно від доз внесеного ЕМ компосту грудкуватої фракції (>10 мм) зменшився до 26,1 %, кількість агрономічно цінних агрегатів становила – 71,8 %.

Таблиця 4.14 - Вплив системи удобрення на щільність ценозу гороху, тис./га.

Система удобрення	Густота стояння		Виживші рослини, %
	початок вегетації	кінець вегетації	
Контроль	224,4	186,6	83,2
10 т/га.	244,4	195,6	80,0
15 т/га.	240,0	193,3	80,5
20 т/га.	235,6	202,2	85,8

На ділянках з дозою внесеного біогумусу 15 т/га та з дозою 20 т/га збільшилася водоміцність у шарах 10–20 та 20–30 см відповідно на 3,9 – 6,3 % та 4,8 – 6,5 %. При внесенні ЕМ компосту міцність збільшується до 70,6 %. У більш глибоких шарах ґрунту (30-70 см) водостійкість за всіма варіантами досвіду має однакове значення. Чітко простежується тенденція до збільшення суми водотривких агрегатів. Щільність ґрунту знижується від 1,4 до 1,30 г/см³. Загальна шпаруватість змінюється – збільшується від 47,9 % на ділянках із дозою внесеного біогумусу 10 т/га до 51,3 % на ділянках із дозою 20 т/га.

Твердість ґрунту у шарі 0-10 см змінювалася незначно і становила від 18,3 до 20,4 кг/см². До середини вегетації ґрунт ущільнився й твердість на ділянці з дозою внесеного ЕМ компосту 10 т/га збільшилася на 13,1 кг/см². На варіантах досліду з внесенням ЕМ компосту твердість змінилася на більш

значну величину. Твердість ґрунту склала 27,1 та 35,2 кг/см², що на 8,6 та 16,9 кг/см² більше, ніж на контролі.

Запаси загальної та продуктивної вологи склали 392 та 387 мм, що на 22,0 та 17 мм більше, ніж на контролі. Сумарне водоспоживання рослин гороху становило 380,0 м³/га, що у 50-270 м³/га менше, ніж інших варіантах досліді. Встановлено, що на посівах гороху більш раціонально волога використовується на варіантах із внесеним ЕМ компостом у кількостях 15 та 20 т/га. Сумарне водоспоживання на ділянках із внесеним ЕМ компостом у кількості 10 т/га було найбільшим – 2262 м³/га.

Таким чином, у польових умовах для чорнозему вилуженого найкращий меліоративний ефект використання ЕМ компосту досягається при вирощуванні рослин гороху на варіантах із застосуванням біогумусу в дозах 15 і 20 т/га. Впровадження двоетапної системи компостування з використанням ефективних мікроорганізмів на першому етапі та популяції дендробени венети на другому етапі переробки відходів тваринницької та рослинницької галузі народного господарства спрямована на охорону ґрунтів агроландшафтів від їх фізичної деградації. Внесення ЕМ компосту значно підвищує стійкість ґрунтів до вітрової та водної ерозій за рахунок покращення водно-фізичних властивостей ґрунтів. Втрата потенційної родючості ґрунтів може бути призупинена шляхом внесення ЕМ компосту, внаслідок чого підвищується водостійкість ґрунтових агрегатів. Особливого значення це набуває в умовах зрошення, при цьому підвищує його ефективність.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМ КОМПОСТУ

Встановлено еколого-економічний ефект застосування ефективних мікроорганізмів та популяції дендробена венета при утилізації відходів рослинницької та тваринницької галузі в умовах ФОП Горбенка В.С. при вирощуванні гороху для оцінки практичної значущості виконаних досліджень підвищення агроресурсного потенціалу [22].

Річний прибуток господарства, отриманий за рахунок впровадження технології на посівах гороху, дорівнює сумі додаткової виручки, отриманої господарством, та вартості запобігання екологічним збиткам за вирахуванням витрат на виготовлення та внесення ЕМ компосту.

Річний економічний ефект ЕМ технології за рахунок прибутку від технології виражається формулою:

$$E = E_{\Gamma} + E_{\Upsilon} - E, \quad (5.1)$$

де E_{Γ} - річний приріст прямого прибутку від підвищення врожайності гороху, отриманий при внесенні ЕМ компосту;

E_{Υ} – запобігання річного екологічного збитку, за рахунок зниження виносу поживних речовин із ґрунту з урожаєм;

E – витрати на виготовлення та внесення ЕМ компосту під посіви гороху.

Прибавка врожаю (ПВ) гороху визначає річний приріст прямого прибутку господарства, отриманий при внесенні ЕМ компосту та визначається за формулою:

$$ПВ = Вв - Вк, \quad (5.2)$$

де $Вв$ - врожайність за варіантами; $Вк$ – урожайність на контрольному варіанті.

Виробничі витрати на 1 га при вирощуванні гороху взято з типових технологічних карт господарства з урахуванням врожайності та витрат на додаткові заходи.

Вартість валової продукції з 1 га (ВВП) розраховували за такою формулою:

$$\text{СВП} = \text{Ц} \times \text{У}, \quad (5.3)$$

де Ц - вартість реалізації 1 ц гороху, грн.;

У – врожайність насіння горохуї, ц/га.

Собівартість 1 ц насіння сої обчислюється за такою формулою:

$$\text{З} = \text{ПЗ} / \text{У}, \quad (5.4)$$

де ПЗ - виробничі витрати на 1га гороху, грн.

Чистий дохід (ЧД) з 1га гороху розраховується за формулою:

$$\text{ЧД} = \text{СВП} - \text{ПЗ}. \quad (5.5)$$

Витрати (Е) на виготовлення та внесення ЕМ компосту визначаються за методикою економічної ефективності технологій та сільськогосподарської техніки [22]. Розрахунки проводилися у цінах 2019 року. При цьому розглядалися наступні операції: подрібнення компонентів, їх змішування та укладання в штабель, компостування суміші, вермікомпостування та одержання ЕМ компосту. Сумарні витрати на виробництво ЕМ компосту становлять 563,47 грн./т у цінах 2019 року. Розрахунок наводиться у Додатку Б2.

Збільшення врожаю після застосування біотехнології на 1 га дослідного поля становить:

$\text{ПУ} = 2,17 - 1,80 = 0,37$ т/га, де 1,80 т/га – урожай на контролі та 2,17 т/га – урожай на полі після меліорації (за даними досліджень – розділ 4.4, рис.4.2).

Вартість додаткової валової продукції після меліорації при внесенні 15 т/га ЕМ компосту (табл.1, Додаток Б) по відношенню до контролю становить:

$$\text{ВВП}_{15} = 13,0 \times 2,17 = 28,21 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{ВВП}_{\text{контр.}} = 6,5 \times 1,8 = 11,7 \text{ тис. грн.}$$

$$\Delta \text{ВВП} = 28,21 - 11,7 = 16,51 \text{ тис. грн. / т.}$$

Якість бобів при внесенні 15 т/га біогумусу в ґрунт вище, ніж на контролі за рахунок підвищеного вмісту білка та жиру в горосі. Різниця в ціні становить $13,0 - 6,5 = 6,5$ тис. грн., Де 13 та 6,5 тис. грн. – вартість гороху в залежності від якості бобів у цінах 2019 року

Собівартість урожаю гороху за норми ЕМ компосту 15 т/га буде 13 % при витратах вирощування гороху 3,481 тис. грн./т (витрати 1 га вирощування гороху з ФОП Гордієнко В.С.).

Додатковий чистий дохід становитиме:

$$(28,21 - 11,7) / 3,481 = 4,74 \text{ тис. грн. / га.}$$

Розрахунок запобігання екологічним збиткам від антропогенного впливу на земельні ресурси.

Запобігання екологічному збитку від погіршення та руйнування ґрунту під впливом антропогенних навантажень визначається за методикою охорони навколишнього середовища [22]. Розмір запобігання екологічним збиткам від застосування ЕМ компосту враховує вартісну оцінку еколого-економічного результату відновлення родючості ґрунтів.

Вартість родючої ґрунтової маси, приросту за рік у середньо-багаторічному ряду на площі меліорації визначається за формулами:

$$C_{\text{пот}} = П(C_{\text{Г}} + C_{\text{У}}) \quad (5.6)$$

$$C_{\text{Г}} = (100 \times K_{\text{К}} \times M \times \Gamma \times \Pi_{\text{ОУ}}) / (K_{\text{О}} \times E) \quad (5.7)$$

$$C_{\text{У}} = 115 \times K_{\text{М}} \times M \times (A \times \Pi_{\text{А}} \times \Phi \times \Pi_{\text{Ф}} \times K \times \Pi_{\text{К}}) \quad (5.8)$$

де $C_{\text{пот}}$ – вартість родючої ґрунтової маси, нарощеної протягом року на площі меліорації; $П$ – площа нетто, га; $C_{\text{Г}}$ – вартість гумусу, нарощеного за рік на кожному гектарі площі меліорації; $C_{\text{У}}$ – вартість накопичених за рік азоту, фосфору та калію на кожному гектарі площі меліорації; $K_{\text{М}}$ – об'ємна маса родючого шару ґрунту (приймається дорівнює $1,1 - 1,2 \text{ т/м}^3$); $K_{\text{О}}$ – коефіцієнт переведення органічних добрив, що вносяться в підстилковий гній (з таблиці $K=1,9$); $K_{\text{К}}$ – коефіцієнт, що враховує якість гумусу родючої ґрунтової маси, визначається за співвідношенням гумінових та фульвокислот для різних типів ґрунтів (з таблиці $K_{\text{К}}=1$); M – потужність родючого шару

грунту, що нарощується за рік у середньо багатому річному ряді, см; Г – вміст гумусу в родючому шарі ґрунту, %; Е – утворення гумусу з підстилкового гною, % ($E = 5,6 - 8,0$); А,Ф,К – кількість, відповідно азоту, фосфору та калію, які містяться в одній тонні родючої ґрунтової маси у переведенні в діючу речовину, кг; Цоу – вартість біогумусу з урахуванням транспорту, складування, внесення та ПДВ, грн./т (за даними господарства, Цоу = 3,5 тис. грн./т); 1,15 – коефіцієнт, що враховує вартість мікроелементів, що містяться у родючій ґрунтовій масі;

Показники Г, А, Ф, К приймаються за даними результатів ґрунтових досліджень земель. Показник М приймається з урахуванням рекомендацій спеціалізованої лабораторії ТОВ «ЕМ Україна». Проведені дослідження біотехнології з відновлення агресурсного потенціалу чорноземного ґрунту господарства показали, що кількість нітратів у ґрунтовому шарі 1 см при дозі 15 т/га по відношенню до контролю зросла на 0,004 кг/т, фосфору збільшилося 0,03 кг/т та калію на -0,007 кг/т, відповідно.

Вартість гумусу, нарощеного за рік на кожному гектарі площі меліорації у сантиметровому шарі, буде:

$$C_{\Gamma} = (100 \times 1,1 \times 1,0 \times 6,0 \times 3500 \times 15) / (1,9 \times 273,1 \times 2,5) = 26,710 \text{ тис. грн.}$$

Вартість родючої ґрунтової маси, нарощеної за рік на площі меліорації 1га:

$$C_{\text{у}} = 115 \times 1,1 \times 1,15 \times (0,004 + 0,03 + 0,007) \times 2,7 = 16,104 \text{ тис. грн.}$$

$$C_{\text{пот}} = 26,710 + 16,104 = 42,81 \text{ тис. грн. / га.}$$

Розрахунки показують, що застосування нової комплексної біотехнології підготовки органічного добрива (ЕМ компосту) з відходів економічно обґрунтовано. Сумарний еколого-економічний ефект біотехнології становить 42,81 тис. грн./га.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз стану охорони праці в ТОВ «ЕМ УКРАЇНА».

Територія ТОВ «ЕМ УКРАЇНА» відповідає вимогам ДБН Б.2.4-3-95, Санітарних норм проектування та Правил пожежної безпеки в Україні. Вхід працівників на територію ТОВ «ЕМ УКРАЇНА» здійснюється через прохідні приміщення. Для зберігання вантажів і різних матеріалів на території товариства передбачені спеціальні майданчики зі стелажми та підставками. На території для проїзду транспорту і техніки влаштовані пішохідні проходи і дороги з твердим покриттям (бетон, асфальт тощо). Проїзна частина доріг і пішохідні доріжки систематично очищаються від снігу, бруду та, а при недостатньому природному освітленні - освітлюються.

Ширина дороги при односторонньому русі на 1,8 м, а при двосторонньому - на 2,7 м більше ширини наявних у товаристві машин.

Небезпечні зони на території, на переходах, транспортних шляхах, виробничих спорудах і приміщеннях, на виробничих майданчиках і робочих місцях позначені відповідними знаками охорони праці згідно з технічними регламентами і огорожені.

Об'ємно-планувальні й конструктивні рішення приміщень і споруд, обладнання їх каналізацією, опаленням, водопроводом, вентиляцією, електротехнічними засобами виконані згідно з вимогами чинних будівельних норм і правил, санітарних норм та норм технологічного проектування відповідних підприємств [54].

Висота приміщень дозволяє розміщувати обладнання й комунікації таким чином, щоб у місцях постійного проходження працівників висота від низу обладнання (комунікацій) до підлоги не була меншою за 2 м, а та де працівники проходять не постійно - 1,8 м.

Для забезпечення евакуації людей з складських, виробничих та інших будівель і споруд (розміщення і кількість виходів для евакуації, відстань від

виходів до робочих місць, розміри коридорів, проходів, дверей тощо) виконано у відповідності з вимогами БНіП 2.09.02-95.

Евакуаційні виходи та шляхи руху забезпечують:

- безпечну і швидку евакуацію працівників у випадку виникнення небезпеки;
- не мають перепон, сторонніх предметів та інших перешкод, які заважають рухові;
- у будь-який час із приміщень вихід шляхом, який є найкоротшим;
- шляхи евакуації позначені знаками, які нанесені таким чином, що їх видно з робочих місць;
- аварійне освітлення автоматично включається у випадку відключення загального освітлення у мережі електроструму;
- двері евакуаційних виходів, відчиняються тільки назовні.

У воротах для автомобільного транспорту для евакуації людей передбачено двері з порогами висотою, яка не перевищує – 0,1 м, які відкриваються у напрямку виходу.

Двері, вікна, люки, ворота, та інші пристрої легко відкриваються фіксуються у необхідному положенні на всю ширину отвору.

Об'єм приміщення на одного працівника найбільш чисельної зміни не менше 11 м³, а площа підлоги – не менше 4 м².

Виробничі і складські будівлі і приміщення обладнані захистом від блискавки згідно з [54].

У приміщеннях передбачені місця для зберігання обладнання для проведення визначення екологічних особливостей риборозведення, первинних засобів пожежогасіння, аптечки першої допомоги, а також плакати, попереджувальні написи з охорони праці, пожежної безпеки і виробничої санітарії.

У виробничих приміщеннях протягом всього робочого часу, з урахуванням використовуваних технологій і фізичних навантажень на працівників, підтримується сприятлива для організму людини температура

повітря відповідно до вимог НПАОП 0.00-3.01-98 [54], а в приміщеннях для відпочинку, приймання їжі, чергування, у санітарних та санітарно-технічних приміщеннях – у відповідності з призначенням цих приміщень.

Аналіз стану охорони праці у ТОВ «Екомережа» показує, що стан умов і безпеки праці залишається не на достатньо високому рівні. Однією з основних причин високого рівня виробничого травматизму є недостатня навченість працівників з питань охорони праці через неякісне проведення інструктажів та інших видів навчання з охорони праці, рівень подання навчального матеріалу та ступінь оновленості галузових нормативно-правових актів з охорони праці.

Нещасні випадки, які сталися у товаристві і призвели до втрати працівником працездатності на один і більше днів оформлюються актом за формою Н-1. Керівник товариства приймає заходи по усуненню причин, які привели до нещасного випадку. Всі нещасні випадки, оформлені актом Н-1 реєструються у спеціальному журналі.

6.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів.

Під час утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів на працівників можуть діяти наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- машини, які транспортують такі препарати до місця застосування;
- підвищена загазованість і запиленість повітря робочої зони побічною продукцією рослинництва;
- виконання робіт при підвищеній чи низькій температурі поверхні обладнання, що застосовується та матеріалів;
- висока чи низька температура повітря при виконанні робіт;

- високий рівень шуму на робочому місці від роботи машин і механізмів, які застосовуються при утилізації продукції;
- вібрація, яку створюють машини, що використовуються при утилізації продукції;
- вологість повітря не відповідає вимогам санітарних норм, при виконанні робіт, які залежать від погодних умов;
- швидкість руху повітря перевищує встановлені нормативи 3 м/с;
- електробезпека, яка може виникнути при виконанні робіт під лініями електропередачі та при використанні електричного обладнання;
- високе значення напруги в електричному колі, що може пройти через тіло людини, (використання електрообладнання в лабораторіях проведення обґрунтування утилізації побічної продукції рослинництва);
- високий рівень статичної електрики;
- недостатнє природне освітлення;
- недостатнє штучне освітлення, де виконуються роботи з утилізації;
- підвищена яскравість світла, що створює засліплюючу дію для працівників;
- низька контрастність об'єктів, що розрізняються та створюють прямий і відбитий блискіт;
- шорсткі поверхні інструменту і обладнання, гострі краї, задирки.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

- хімічні речовини, які використовують під час утилізації побічної продукції рослинництва, дезінфікуючі, мийні засоби і тп.);
- алергенні рослинні рештки, які підлягають утилізації, і з якими виконуть роботи для підготовки до їх утилізації;
- гази розкладення у органічних речовин, відпрацьовані гази сільськогосподарської техніки, яка використовується при утилізації);
- важкі метали, які потрапляють у супутню продукцію рослинництва з мінеральними добривами і пестицидами [54].

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- макроорганізми (рослини та тварини).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- фізичні перевантаження при виконанні робіт з утилізації;
- перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

Джерелами небезпечних і шкідливих факторів можуть бути:

- зовнішні метеорологічні фактори (сонячна радіація, вітер, гроза, опади, висока температура або низька повітря, ожеледиця тощо);
- неправильні режими роботи;
- рухомий транспорт;
- інженерні комунікації;
- фізичні і нервово-психічні перевантаження, які викликають ручні роботи.

6.3. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

6.3.1. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту при проведенні визначенні екологічних особливостей риборозведення.

Підбір засобів індивідуального захисту, контроль за їх використанням у відповідності з вимогами забезпечують особи, які відповідають за проведення робіт з небезпечними речовинами. Комплект ЗІЗ – спецвзуття, спецодяг, захисні окуляри, респіратори або протигази, рукавиці, рукавички, підбираються індивідуально та закріплюються за працюючими на весь період виконання робіт [54].

Засоби індивідуального захисту зберігаються в індивідуальних шафах у спеціально виділеному сухому, чистому приміщенні, яке добре провітрюється.

Розміри лицевих частин протигазів і респіраторів, підбираються з урахуванням розміру обличчя працюючого.

При застосуванні малонебезпечних та помірно небезпечних, малолетких препаративних форм шкідливих речовин, для захисту органів

дихання від радіоактивного і ґрунтового пилу, допускається використання респіраторів типу ШБ-1, «Лепесток» і «У-2К», Ф-62 Ш.

При роботі з леткими препаративними формами пестицидів всіх класів небезпечності, для захисту органів дихання, очей, шкіри обличчя від впливу ОР, РР, БЗ і деяких СДОР, а також від різних шкідливих домішок, що є у повітрі необхідно користуватися універсальними або протигазовими респіраторами типу РУ-60М, РПГ-67 із протигазовими патронами або фільтруючими протигазами.

При фумігації приміщень використовуються ізолюючі ЗІЗ шкіряних покривів та спеціальний одяг з плівкових тканин. Якщо пари фуміганту мають властивості проникати через матеріал ЗІЗ, а сам матеріал перешкоджає випаровуванню речовини з поверхні шкіри і збільшує небезпеку подразнення чи резорбтивної дії, користуються одягом, в т.ч. рукавицями, які забезпечують вільне випаровування фуміганту.

6.3.2. Розробка інструкції з охорони праці під час виконання робіт утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів.

Працівники, зайняті на роботах із застосуванням шкідливих речовин і пожежонебезпечних матеріалів повинні:

- знати допустимі концентрації небезпечних шкідливих речовин у повітрі, де виконуються роботи;
- заходи дотримання обережності залежно від класу небезпеки матеріалів, що застосовуються;
- уміти, потерпілим від впливу небезпечних і шкідливих речовин, надавати першу медичну допомогу;
- виконувати правила особистої гігієни;
- знати та дотримуватися правил виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Користуватися спецвзуттям, спецодягом, та засобами індивідуального захисту у відповідності з видом роботи, яка виконується. Робітники, що

виконують роботи із застосуванням небезпечних матеріалів і шкідливих речовин, повинні дотримуватися відповідних вимог при роботі з ними.

Робітники повинні отримати інструктаж при отриманні засобів індивідуального захисту та порядок догляду і користування ними.

Власник повинен забезпечувати безкоштовно робітників профілактичними і захисними засобами для попередження захворювань шкіри від впливу небезпечних та шкідливих речовин.

Перевірити на робочому місці наявність природної вентиляції, справність установок примусової вентиляції, наявність первинних засобів пожежогасіння, джерел штучного освітлення .

На входах у виробничі приміщення, де виконуються роботи з шкідливими речовинами та застосуванням пожежонебезпечних речовин встановити попереджувачі знаки.

Роботи із застосуванням шкідливих чи пожежонебезпечних речовин всередині приміщення необхідно виконувати при працюючій примусовій вентиляції чи відкритих вікнах. Робіт з кислотами і лугами необхідно виконувати особливо обережно.

6.3.3. Розрахунок природного освітлення лабораторії для проведення досліджень утилізації побічної продукції рослинництва.

Природне освітлення дуже коливається як протягом доби так і в періоди року і значно перевищує величину штучного освітлення. У виробничих приміщеннях використовують штучне і природне освітлення, яке застосовують в різні години доби, тому в світлу пору доби виробничі приміщення з постійним перебуванням робітників повинні використовувати природне світло. Природне освітлення приміщень здійснюється трьома способами: верхнім через ліхтарі в стелі та боковим через вікна в стінах, та комбінованим через ліхтарі і вікна.

Розрахунок природного освітлення приміщень лабораторії виконуємо за світловим коефіцієнтом і коефіцієнтом природної освітленості.

За світловим коефіцієнтом розрахунок природного освітлення виконуємо в наступній послідовності.

Визначаємо загальну площу вікон приміщення ($\Sigma F_{\text{вік}}$) за формулою

$$\Sigma F_{\text{вік}} = \alpha \cdot F_{\text{прим}}, \quad (6.1)$$

де α – світловий коефіцієнт, який приймаємо $\alpha=0,16$;

$F_{\text{прим}}$ – площа підлоги приміщення, м^2 , (площа підлоги з визначеними розмірами приміщення $F_{\text{прим}} = A \times B = 12 \times 20 = 240 \text{ м}^2$), де A і B – відповідно довжина і ширина приміщення, м.

$$\Sigma F_{\text{вік}} = 0,16 \cdot 240 = 38,4 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо кількість вікон за формулою

$$n_{\text{вік}} = \frac{\Sigma F_{\text{вік}}}{k_{\text{к.в}} \cdot S_{\text{вік}}}, \quad (6.2)$$

де $k_{\text{к.в}}$ – коефіцієнт, який враховує конструкцію вікон, (приймаємо $k_{\text{к.в}}=0,7$).

$S_{\text{вік}}$ – площа одного вікна, ($S_{\text{вік}}=5 \text{ м}^2$).

$$n_{\text{вік}} = \frac{38,4}{0,7 \cdot 5} = 10,97 \text{ приймаємо } 12 \text{ шт.}$$

При розрахунку ми отримали 11 вікон, в приміщенні встановлено 12 вікон, що цілком забезпечує вимоги природного освітлення.

6.4. Розробка заходів з пожежної профілактики.

Приміщення, залежно від розмірів і напрямків їх використання, від фізичних і хімічних властивостей матеріалів, які використовуються, а також залежно від найбільш можливої кількості присутніх робітників обладнані первинними засобами пожежогасіння і необхідною кількістю сигнальних та аварійних пристроїв згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005.

Місця для встановлення первинних засобів пожежогасіння забезпечують їх знімання без використання додаткових пристроїв та легкодоступні. Час на їх знімання не перевищує 8 с.

Місця для зберігання техніки для проведення утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів комплектуються засобами пожежогасіння у відповідності з вимогами правил пожежної безпеки. Організація та обладнання робочих місць для виконання робіт, відповідають вимогам [54]..

На випадок можливої пожежі в товаристві передбачений резервуар з водою. Кількість води в ньому визначимо за формулою

$$W_n = 3600 \cdot N \cdot t \cdot v, \quad (6.3)$$

де N – кількість можливих пожеж, (так як площа товариства менша 1500 га і число працюючих менше 10 тис. нормується 1 пожежа);

t – час однієї пожежі, (приймаємо $t=6$ год);

v – витрати води на пожежогасіння, ($v=10$ л/с).

Значення N , t , v прийняті згідно будівельних норм і правил.

$$W_n = 3600 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 10 = 216000 \text{ л} = 216 \text{ м}^3.$$

Таблиця 6.1– Потреба первинних засобів пожежогасіння у товаристві

№ п/п	Найменування засобів пожежогасіння	Кількість
1	Вогнегасники	
	ОП-5	10
	ОУ-2	12
2	Ящики з піском	1
3	Протипожежний рукав	2
4	Щит з протипожежним інвентарем	1

6.5. Висновки по розділу.

За останні роки у товаристві значно покращилися показники умов праці, однак виконання робіт з утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів потребує розробки додаткових санітарно-побутових приміщень. Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих

факторів, які можуть виникнути, дозволив встановити найбільш несприятливі із них та розробити заходи щодо зменшення їх впливу на працівників. Розроблені заходи дозволять покращити як умови праці, так і попередити можливу дію на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено новий спосіб виробництва ЕМ компосту, де для харчування дендробени венета, підтримання заданої вологості та прискорення аеробної ферментації компосту застосовується фільтрат з аеробних стабілізаторів з нейтральним середовищем.

2. Розроблено модель комплексної ЕМ технології переробки твердої фракції свинячого гною за допомогою фільтрату стічних вод та соломи зернових культур у ЕМ компост та його утилізації на меліоративних землях у вигляді органічних добрив.

3. Розроблено та побудовано фізичну модель біореактора з упорядкованою структурою субстрату для переробки компосту в ЕМ компост, яка дозволяє керувати параметрами процесу вермікомпостування: температурою в діапазоні 21-23 °С та вологістю середовища – 75-80 % для отримання необхідної популяції дендробена венета.

4. Отримано регресійну модель приросту біомаси дендробена венета від основних параметрів ЕМ компостування: вологості та нейтральної реакції середовища. Масова частка гумусу при перерахунку на суху речовину становить 23,9-25,0 %.

5. Досліджено вплив доз ЕМ компосту на меліоративний стан ґрунтів та врожайність гороху. Встановлено, що найкращий меліоративний ефект досягається при дозах ЕМ компоста – 15 та 20 т/га.

6. Впровадження комплексної ЕМ технології в ФОП Горбенко В.С. забезпечило еколого-економічну ефективність утилізації ЕМ компосту, що склала – 4,81 тис. грн./га. Урожай гороху збільшився за рахунок покращення меліоративного стану ґрунту. Доза біокомпоста 15 т/га сприяла збільшення врожаю на 19 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Комплексна ЕМ технологія утилізації відходів рослинництва та тваринництва може використовуватись для виробництва високоякісних органічних добрив. Переробка та утилізація відходів на агроландшафтах з дозами внесення 15–20 т/га дозволяє збільшувати врожайність гороху у складних природних умовах та забезпечувати збільшення врожаю до 20 %. ЕМ технологія утилізації відходів тваринницької галузі у твердій фазі дозволяє прискорювати процес ферментації субстрату за рахунок комплексної переробки з фільтратом стічних вод. Технологія здатна утилізувати рідкі гноєві маси, які раніше в переробній промисловості не використовували, а накопичували, а потім фільтрували в ґрунт, що призводило до забруднення земель та ґрунтових вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамович О. В. Оцінка післядії впливу ферментованого органічного добрива на врожай та якість зерна вівса. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2013. Вип 17 Т. II. С. 22–24.
2. Агрохімія : підручник / за ред. І. М. Карасюка. К. : Вища школа, 1995. 471 с.
3. Агрохімія : підручник / М. М. Городній, С. І. Мельник, А. В. Бикін [та ін.]. ; за ред. М. М. Городнього. К. : Алефа, 2003. 778 с.
4. Архипченко И. А. Оптимизация процесса компостирования и влияние биокомпостов на урожай. Агрохимический вестник. 2001. № 5. С. 22 – 25.
5. Афанасьев Р. А. Методические рекомендации по изучению эффективности нетрадиционных органических и органо-минеральных удобрений . Агроконсалт. М. : 2000. 40 с.
6. Бабенко А. С. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений. Вестник Томского государственного университета. Биология. Томск: НИТГУ. 2010. 1 (9). С. 105-110.
7. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика. За ред... Слободяник М. С: Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2015. 208 с.
8. Бородай Ю.К. Эопротекторные спобобы в агроценозах. Вісник Донецького національного ун-ту: Серія «Природничі науки», 2009. Вип. 1. С. 518-519.
9. Гамаюнова В. В. Застосування добрив – основа збереження родючості ґрунтів та формування продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення. Наукові праці : науково-методичний журнал. Том 81. Вип. 68. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. С. 35 – 38.
10. Гамкало З. Г. Екологічна якість ґрунту : навч. посіб. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 412 с.

11. Герасимчук А.А., Палеха Ю.І. Основи екології. Соціальні та прикладні аспекти: Навч. посібник. 2 вид., доп. К.: Вид-во Європейського ун-ту, 2002. 107 с.
12. Гелетуха Г. Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Ч. 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса. Промислова теплотехніка. 2010. № 5. С. 58 – 65.
13. Гончарук І. В. Виробництво біогазу в аграрному секторі – шлях до підвищення енергетичної незалежності та родючості ґрунтів. Агросвіт. 2020. № 15. С. 18–29.
14. Городній М. М. Агрохімія : підручник. К. : Алефа, 2008. 784 с.
15. Городній М. М. Біотехнологічний енергетично-автономний комплекс переробки й утилізації органічних відходів. Вищі навчальні заклади Києву : матеріали наук.-практ. конф. К., 2004. С. 66 – 72.
16. Господаренко Г. М. Вплив тривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого на продуктивність польової сівоzmіни. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 1. С. 17 – 21.
17. Горбунов В. В. Дождевые черви для повышения урожая. М.: Астрель, 2012. 250 с.
18. Городний Н. М. Биоконверсия органических отходов в биоиндустриальном хозяйстве. Киев: Урожай, 1990. 256 с.
19. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. К. : Наукова думка, 1973. 204 с.
20. Гродзинський Д. М. Застосування рослинних тест – систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи. К. : Фітооціоцентр, 2006. 60 с.
21. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування з метою виначення рівня екологічної безпеки промислових територій. Науковий вісник КУЕІТУ «Нові технології». 2010. № 3 (29). С. 164 – 171.
22. Збарський В.К., Мацібора В.І., Чалий А.А. Економіка сільського

господарства: Навчальний посібник. К.: «Каравела», 2009. 264 с.

23. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова : ДСТУ 4115–2002. [Чинний від 2003 –01–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2003. 9 с. (Національний стандарт України).

24. Ґрунти. Метод визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за методом Шолленберґера в модифікації ННЦ ІГА : МВВ 31-497057-007-2005. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів. Харків : Друкарня № 13, 2005. Кн. 2. С. 35 – 48.

25. Ґрунтознавство : підручник. / за ред. Д. Г. Тихоненка. К. : Вища освіта, 2005. 703 с.

26. Деркач С. М., Волкогон В. В., Наконечна Л. Т., Луценко Н. В., Штанько Н. П. Розвиток *Trichoderma harzianum* 128 на різних етапах компостування курячого посліду. Сільськогосподарська мікробіологія. 2015. Вип. 21. С. 3–7.

27. Дождевые черви и плодородие почв: сб. науч. тр. Владимир, 2004 645 с.

28. Дощові черв'яки: наукові аспекти вирощування і практичне застосування / І. П. Мельник, Н. М. Колісник, І. А. Шувар, В. М. Сендецький, І. М. Тітов та ін.. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 444 с.

29. Игонин А. М. Биопереработка навоза и другой органики с помощью дождевых червей. Международный агропромышленный журнал. 1991. № 5. С. 100.

30. Іщенко В. А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України. Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки. 2009. Вип. 1. С. 557–561.

31. Калинина О. Ю. Изменение состава и агроэкологических свойств отходов животноводства в процессе компостирования с участием дождевых червей *Eisenia foetida*. Почвоведение. 2002. № 9. С. 1072-1080.

32. Карпець І. П., Мельник І. А., Головенко В. І. Вермикультура як засіб виробництва біогумусу, кормового білка й оздоровлення навколишнього середовища. К.: УкрІНТЕІ, 1993. 142 с.

33. Кліматологічні стандартні норми. Український гідрометеорологічний центр. Інформаційний сервер погоди. URL: https://meteo.gov.ua/ua/33391/climate/climate_stations/99/16/ (дата звернення: 28.11.2020).

34. Козировська Н. В Україні зареєстровано перший вітчизняний мікробіологічний препарат для рослинництва Клепс. Пропозиція. 2006. №10. С.60-61.

35. Кобець М. Органічне сільське господарство – що це таке? Пропозиція. №6, 2006, С.11.

36. Ковальов М.М., Мостіпан М.І., Кулик Г.А. Отримання біокомпосту за попередньою обробкою сировини ЕМ-препаратами Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №3 2020. Видавничий дім «Гельветика», С.39-44.

37. Ковальов М.М. Грунтовий спосіб утилізації відпрацьованих грибних блоків за попередньою обробкою ЕМ препаратами. Аграрні інновації Рецензований науковий журнал. №4 2020. Видавничий дім «Гельветика», С.51-59.

38. Ковальов М.М. Біокомпост як субстрат для вирощування печериці двоспорової. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки. Вип. 118. Видавничий дім «Гельветика», 2021. С.113-119

39. Лінник М. Г., Семчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Ніжин, 2012. 244 с.

40. Максимова С. Л., Васько А.С. Удобрительная ценность различных удобрений в органическом растениеводстве. Вермикомпостирование и вермикюльтивирование как основа экологического земледелия в XXI веке:

достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. тр. / ред. кол. С. Л. Максимова [и др.]. Минск, 2013. С. 44-52.

41. Марченко В. В., Опально В. Г. Виробництво і використання компостів при вирощуванні польових культур. Агроном. 2007. № 4. С. 124–127.

42. Мейер В. Механизм контроля популяции компостного червя *Eisenia fetida*. Дождевые черви и плодородие почв: сб. науч. тр. Владимир, 2004. С. 44-49.

43. Мельник И. А. Вермикультура: производство и использование. К.: Укр.ННТЕИ, 1994. 128 с.

44. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с

45. Новіков О. Утилізація побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів. Сучасні технології агропромислового виробництва : матеріали І Міжнародної студентської науково-практичної інтернет конференції 19 листопада 2020 р. Кропивницький – Chişinău : ЦНТУ, 2020. С. 20-22.

46. Пат. 143338 U Україна, МПК (2020.01) C05F 17/00. Спосіб приготування компостів на основі осадів стічних вод за допомогою ЕМ-препаратів / Ковальов М.М.; Васильковська К.В.; Резніченко В.П.; Мостіпан М.І.; заявник і патентотримач Центральноукраїнський національний технічний університет – № u202000404; заявл. 24.01.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.

47. Петриченко В. Ф., Панасик Я. Я. Сучасні системи землеробства України: навчальний посібник. В.: ФОП Данилюк В. Г., 2009. 256 с.

48. Продукты пищевые органические. Термины и определения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 561042014. Введ. 20150301. URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200113488> (Дата обращения: 18.04.20).

49. Пузік В. К., Рожков Р. В., Долгова Т. А. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері: навч. Посібник. Х.: ХНАУ, 2014. 220 с.

50. Ручин А. Б. Для чего нужен биогумус? Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. М.: МГПУ. 2014. № 41. С. 62-64
51. Руэль Ж. П. Функционирования пищевой цепи бактерии простейшие дождевые черви в почве и компостах. Тез. докл. 9-го Международного коллоквиума по почвенной зоологии. Вильнюс, 1985. С.112
52. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов / Б. Р. Стриганова. М.: Наука, 1980. 244 с.
53. Терещенко Н. Н. Экологомикробиологические аспекты вермикультивирования. Новосибирск: СО РАСХН, 2003. 116 с.
54. Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам сільського та водного господарства від 29.08.2018 № 1240 НПАОП 0.00-3.01-98.
55. Титов И. Н. Дождевые черви /И. Н. Титов. М.: МФК Точка опоры, 2012. С. 83-109.
56. Токарчук Д. М. Інвестиційне забезпечення виробництва біогазу сільськогосподарськими підприємствами України. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2016. № 12. С. 26–35.
57. Федосова М. Д. Вермикомпостирование бытовых отходов с использованием экспериментальных навозных червей. Проблемы науки. Иваново: Олимп. 2016. № 6 (7). С. 30-33.
58. Шацький В. В., Поволоцький А. А. Основні вимоги до процесу та біотехнічної системи компостування органічної сировини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. № 157. С. 140–146.
59. Шерстобоева О. В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства. Агроєкологічний журнал. 2007. № 1. С. 67–70.
60. Шигапов И. И. Биогумус. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. Димитровград: Технологический институт. Филиал ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина». 2015. № 1. С. 142144.

61. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини : ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2005.07.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с. (Національний стандарт України).

62. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського : ДСТУ 4729:2007. [Чинний від 2008.01.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

63. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT) : ДСТУ ISO 10390:2007. [Чинний від 2009.10.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2012. 8 с. (Національний стандарт України).

64. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА : ДСТУ 4405:2005. [Чинний від 2006. 07.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с. (Національний стандарт України).

65. Ehner P., Berganietti G., Gomes I. Emission of heavy metals from iron and steel industry. Heavy metals in the Environment: International Conference., Athens, sept., 1968. vol. 1. P. 180-182.

66. Döring T. F. A fresh start for organic farming research. Organic Farming. 2014. Vol. 1, No. 1. P. 1–2.

67. Vinhal-Freitas I. C., Wangen D. R. B., Ferreira A. de S., Corrêa G. F., Wendling B. Microbial and enzymatic activity in soil after organic composting. R. Bras. Ci. Solo. 2010. Vol. 34. P. 757–754.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 1 – Вміст рухомих форм азоту, фосфору та калію в насінні гороху

Варіант	Повторність				
	1	2	3	4	Середнє
Азот					
Контроль	5,31	5,28	5,29	5,32	5,30
ЕМ компост 5 т/га	5,55	5,56	5,53	5,52	5,54
ЕМ компост с 10 т/га	5,78	5,80	5,79	5,79	5,79
ЕМ компост 15 т/га	6,05	6,00	6,08	6,07	6,05
ЕМ компост 20 т/га	6,15	6,10	6,13	6,14	6,13
Фосфор					
Контроль	1,10	1,02	1,01	1,03	1,04
ЕМ компост 5 т/га	1,12	1,13	1,10	1,09	1,11
ЕМ компост 10 т/га	1,18	1,19	1,19	1,16	1,18
ЕМ компост 15 т/га	1,29	1,30	1,25	1,28	1,28
ЕМ компост 20 т/га	1,33	1,30	1,35	1,30	1,32
Калій					
Контроль	1,74	1,78	1,80	1,76	1,77
ЕМ компост 5 т/га	1,90	1,92	1,85	1,89	1,89
ЕМ компост 10 т/га	2,00	2,04	2,08	2,08	2,05
ЕМ компост 15 т/га	2,29	2,26	2,23	2,22	2,25
ЕМ компост 20 т/га	2,30	2,34	2,31	2,29	2,31

Додаток Б

Витрати на виготовлення та внесення біогумусу

Розрахунок витрат провели, використовуючи «Методику визначення економічної ефективності технологій та сільськогосподарської техніки» на основі даних хронометражу виконання окремих технологічних операцій. Розрахунки велися у цінах 2019р. При цьому розглядалися такі операції: подрібнення компонентів, їх змішування та укладання в штабель, компостування суміші, вермикомпостування та отримання біогумусу.

Оплату праці механізаторів виконання одиниці роботи визначили за формулою:

$$З_{\text{п}} = (C_{\text{тар}} \times K_{\text{ск}} \times (1 + K_{\text{доп}}) \times Л / W_{\text{ч}}) + 0,34 \times T \quad (1)$$

$C_{\text{тар}}$ - тарифна ставка механізатора за виконання роботи, грн./год, прийняли рівною 6 грн./год, виходячи з нормативів оплати праці на підприємстві.

$K_{\text{сл}}$ - коефіцієнт складності роботи, приймаємо 1,3;

$Л$ – кількість обслуговуючого персоналу, люд.;

$W_{\text{ч}}$ – продуктивність технологічного комплексу машин при виконанні операцій з кондиціювання, укладці та компостуванню відходів рослинництва та тваринництва, т/год;

T - період виконання робіт, місяців.

Амортизаційні відрахування на експлуатацію машин, обладнання, споруд та ремонт визначили за залежністю:

$$З_{\text{п}} = (B \times H_{\text{а}}) / (100 \times T_{\text{рік}} \times W_{\text{ч}}) \quad (2)$$

B - балансова вартість машин, обладнання, споруд, руб.;

$H_{\text{а}}$ - норма амортизаційних відрахувань, %;

$T_{\text{рік}}$ - річне завантаження машин, т;

$W_{\text{ч}}$ – продуктивність технічних засобів на виконаних окремих операцій, т/год.

Вартість витрати пального на одиницю роботи визначили за

залежністю:

$$З_т = Н_т \times Ц_т, \quad (3)$$

$Н_т$ - норми витрати на одиницю роботи, кг/год;

$Ц_т$ - вартість палива грн./т. на перерахунковий коефіцієнт

Розрахунок показників ефективності

Капіталовкладення, амортизаційні відрахування, витрати на технічне обслуговування та ремонт представлені у таблиці 1 Додатка.

Оплата праці механізаторів на виконання одиниці роботи склала:

$$З_п = (6 \times 1,3 \times (1+1) \times 1/1,3) + 0,34 \times 12 = 148,08 \text{ грн./т}$$

Вартість витрати на одиницю роботи склала:

$$З_т = 25 \times 5 = 125 \text{ грн./т}$$

Сумарні витрати на виробництво біогумусу складе:

$$З_б = З_п + З_т = 148,08 + 125 = 273,08 \text{ грн./т.}$$

Таблиця 1 - Капітальні вкладення, амортизаційні відрахування, витрати на технічне обслуговування та ремонт.

№п/п	Технологічні операції	Капвкладення тис.грн	Затрати, грн./т	
			амортизаційні відрахування	технічне обслуговування та ремонт
1	2	3	4	5
Компостування				
1	Доставка соломи ПЭ-Ф-1Б	5280	2,64	3,04
2	Подрібнення соломи	474	1,66	1,56
3	Доставка соломи до компостної ями	5280	2,64	3,04
4	Аероційна установка ВР 65-1,2 Ш	1100	4,47	5,16
5	Риття котловану для компостів	9240	4,62	5,3
6	ПЭ-Ф-1Б +аераційна установка	1100	4,47	5,16
7	Пошароваукладка	10560	5,26	6,07
8	Полив ПЭ-Ф-1Б+ бочка з розчином	6600 1478	3,3 1,83	3,81 2,1
9	Ворущіння ПЭ-Ф-1Б	6600	3,3	3,81

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Всього при компостуванні:		54262	37,43	43,26
Вермикомпостування				
10	Підготовка основи ПЭ-Ф-1Б	5280	2,64	3,04
11	Пошарова укладка основи (4 раза) ПЭ-Ф-1Б	474	1,66	1,56
12	Полив ПЭ-Ф-1Б+ бочка з розчином (5 раз)	5280 34465	2,64 23	3,04 26,45
13	Видалення черв'яків ПЭ-Ф-1Б с ПКУ 8	5280	2,64	3,04
Всього з вермикомпостування:		71425	41,48	47,73

Таким чином, застосування нової біотехнології підготовки органічного добрива (ЕМ компост) з відходів рослинництва та тваринництва економічно доцільно та становить 273,08 грн./т., що в 4 рази менше за ринкову вартість.