

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального
землеробства, к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:
**Вплив ЕМ препаратів на трансформацію
органічних субстратів при приготуванні
біокомпостів**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ 20М-1,4-1
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
_____ Афанасієнко А.С.
«__» _____ 2021 р.

Керівник, ст.. викладач, к.с.-г.н.
_____ Микола Ковальов
«__» _____ 2021 р.

Рецензент
_____ Ольга Андрейченко
«__» _____ 2021 р.

м.Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
 Агротехнічний факультет
 Кафедра загального землеробства
 Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
 Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
 Спеціальність: 201-Агрономія
 Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загального
 землеробства

_____Микола Мостіпан
 “ ____ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Афанасієнку Андрію Сергійовичу

1.Тема роботи Вплив ЕМ препаратів на трансформацію органічних субстратів при приготуванні біокомпостів

2. Керівник роботи Ковальов М.М., кандидат сільськогосподарських наук ,
 ст. викладач

затверджений наказом ЦНТУ “ 02 ”серпня 2021 року № 14 - 13

3. Строк подання роботи до захисту 3 грудня 2021 року

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Розробити рекомендації щодо сумісної утилізації відходів вирощування польових культур та відходів комунальної галузі, з мінімальними капіталовкладеннями

Завдання:

- Провести порівняльний аналіз існуючих сумісних технологій переробки різнотипних за вмістом органічних відходів рослинництва та комунальних підприємств.
- Ознайомитися з біотехнологічними процесами, що супроводжують руйнування лігнінових сполук за участі ефективних мікроорганізмів.

- Обрати оптимальну технологію переробки різних видів органічної сировини та запропонувати технологічну схему сумісної біоконверсії відходів для подальшого використання в умовах відкритого та захищеного ґрунту.

5.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та довкілля	Дейкун В.А., доцент		
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.А., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд наукової літератури, охорона праці та довкілля	11.10.2021 р.	
2.	Місце та умови проведення досліджень	11.10.2021 р.	
3.	Результати досліджень та їх аналіз	15.11.2021 р.	
4.	Економічне обґрунтування результатів досліджень	22.11.2021 р.	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	3.12.2021 р.	

Дата видачі завдання

« 2 » серпня 2021 р.

Підпис керівника

_____ Микола Ковальов

Завдання прийнято до виконання

« 1 » вересня 2021 р.

Підпис здобувача

_____ Афанасієнко А.С.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	6
РОЗДІЛ 1. СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ВЕРМІКОПОСТУВАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИРІШЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).	9
1.1 Історія розвитку вермітехнологій в різних країнах	11
1.2 Історія розвитку вермітехнології в Україні	15
1.3 Області застосування вермикультури	17
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Організаційно-господарська характеристика об'єктів дослідження	22
2.2. Ґрунтово-кліматична характеристика місця досліджень	25
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ВИДУ СУБСТРАТУ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ БІОГУМУСУ	31
3.1. Методика досліджень	31
3.2. Вплив харчових відходів на процеси вермикультивування та вермікомпостування.	34
3.3. Оцінка ефективності застосування харчових відходів у порівнянні з традиційно використовуваним ґноєм ВРХ у процесах вермікомпостування	38
3.4. Вплив відходів харчової промисловості на процеси вермикультивування та вермікомпостування	39
3.5. Оцінка ефективності відходів пивоварної промисловості в процесах вермікомпостування	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИНИЦТВА ТА ОТРИМАННЯ ЕМ КОМПОСТУ	46
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОГУМУСУ	51

5.1.	Аналіз стану охорони праці в ТОВ «ЕМ Україна».	51
5.2.	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів	53
5.3.	Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів.	55
	ВИСНОВКИ	57
	ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ	58
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
	ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Актуальність роботи. Отримання якісної та екологічно безпечної продукції рослинництва з підтриманням на достатньому рівні родючості ґрунту є найважливішим завданням сільськогосподарського виробництва. Одним з основних джерел підвищення врожайності сільськогосподарських культур є використання органічних добрив, отриманих з відходів ВРХ та деревообробки. Їх неповне використання в умовах збільшеної вартості мінеральних добрив поряд з екологічними проблемами призводить до зниження родючості ґрунтів і майже повсюдної втрати гумусу.

Розробка простої та водночас креативної технології компостування органічних відходів різних галузей промисловості дозволить отримати високоякісне органічне добриво. Причому дешевше. Крім цього, при використанні даної технології можна вирішити багато екологічних проблем сучасності.

Об'єктом дослідження є технологічний процес приготування ЕМ компосту з гною і рослинних залишків при вирощуванні польових культур..

Предметом дослідження є дослідження діяльності комплексу мікроорганізмів та Ейсенії пахучої (гноєвого черв'яка) 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, квітникарства та ландшафтного проектування.

Мета досліджень є розробка рекомендацій щодо сумісної утилізації відходів вирощування польових культур та відходів комунальної галузі, з мінімальними капіталовкладеннями Для виконання поставленої мети було сформульовано перелік завдань:

1. Провести огляд наявної вітчизняної та зарубіжної літератури в галузі утилізації органівмісних відходів, узагальнити отримані напрацювання.

2. Провести порівняльний аналіз існуючих сумісних технологій переробки різнотипних за вмістом органічних відходів рослинництва та комунальних підприємств.

3. Ознайомитися з біотехнологічними процесами, що супроводжують руйнування лігнінових сполук за участі ефективних мікроорганізмів.

4. Обрати оптимальну технологію переробки різних видів органічної сировини та запропонувати технологічну схему сумісної біоконверсії відходів для подальшого використання в умовах відкритого та захищеного ґрунту.

Основні положення дипломної роботи:

Наукова новизна полягає у розробленні креативної технології для спільної утилізації відходів рослинництва та комунальних підприємств з незначними капіталовкладеннями та використанням отриманого ЕМ компосту для різних галузей сільського та комунального господарства.

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення отриманих результатів полягає у формуванні екологічно безпечних методичних та практичних рекомендацій з питань спільної утилізації відходів різних галузей народного господарства з метою впровадження замкнених енергонезалежних комплексів.

Особистий внесок студента в наукові дослідження. Викладені в роботі результати отримано автором самостійно. Щодо розглянутих в випускній кваліфікаційній роботі задач, котрі розв'язані в працях, спільних з науковим керівником, М.М. Ковальовим, йому належить постановка проблеми досліджень і загальне керівництво роботою.

Апробація результатів роботи. Основні положення дослідження доповідалися та отримали схвальну оцінку на III міжнародній науковій інтернет-конференції «Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика», м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р., НУБІП України, 2021 та XIII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми конструювання,

виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», м. Кропивницький, ЦНТУ, 10-12 листопада 2021 року.

Публікації. Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Афанасієнко А.С. Отримання ЄМ компосту при утилізації побічної продукції рослинництва. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.), НУБіП України, 2021. С. 27-29. [14] та Афанасієнко А.С. Побічна продукція рослинництва як компонент отримання ЄМ компосту: Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 10-12 листопада 2021 р), ЦНТУ, 2021 С. [15].

РОЗДІЛ 1. СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ВЕРМІКОМПОСТУВАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИРІШЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).

Сільське господарство здійснює більший тиск на оточуюче середовище, ніж будь-яка інша галузь народного господарства. Зростаюче кожного року забруднення природних екосистем відходами тваринницьких комплексів найчастіше відбувається через порушення технологічного регламенту біотехнологій і технічних засобів, недотримання встановлених екологічних вимог.

Найбільш креативний, але водночас економічно та екологічно вигідний, спосіб зниження негативного впливу на природні екосистеми – застосування методів біотехнологій, котрі відповідають сучасним екологічним нормам [1, 5, 6].

Дану ситуацію можна суттєво поліпшити шляхом впровадження замкнених енергозберігаючих технологій, котрі здатні до рекуперації відпрацьованих сировинних ресурсів. Суттєво зменшуючи, а в більшості випадків зовсім усуваючи їх, шляхом вторинного використання органічних відходів, можна ліквідувати негативний тиск на природні екосистеми [19, 20,].

На кожному підприємстві: «спочатку виявляють найбільш істотні фактори виробництва, які впливають на зміну навколишнього середовища в кількісному і якісному аспекті, і вже стосовно них розробляють природоохоронні заходи, прораховують витрати на них» [9].

Переважає більшість відпрацьованих відходів виробництв, котрі спричиняють негативний вплив на природні та агроєкосистеми накопичуються після переробки первинної сировини. В основному їм характерні цінні хімічні показники, що можуть бути використані для виготовлення різноманітної продукції для інших галузей народного господарства [17, 22].

В процесі переробці зерна утворюються побічні продукти: «висівки, зародок, які представляють велику харчову цінність для людини, так як містять значну кількість вітамінів і мікроелементів. При переробці сировини тваринного походження, наприклад, на м'ясопереробних підприємствах, здійснюється збір крові, збір і обробку ендокринно-ферментної сировини, кишкової сировини, отримують кормові продукти, ферментні елементи, кормове борошно, сухий рослинно-тваринний корм, шкури, перо птиці, роги і копита для виробництва товарів народного споживання, вторинна сировина (рога та копита) для технічного застосування і для виробництва амінокислотних препаратів і багато іншого» [25, 28].

Внаслідок виготовлення цукру, утворюється певна кількість патоки-меляси, що є стратегічною сировиною, адже з неї виготовляють етиловий спирт, гліцербетаїн, харчові та кормові дріжджі, харчові кислоти, в першу чергу лимонну та молочну, а також незамінні для м'ясної галузі консерванти: глютамінову кислоту, глютамат натрію. Аз неї виготовляють вітамін B₁₂, розчинники [28]

А от з бавовняного лушпиння і стрижнів качанів кукурудзи виготовляють кормові дріжджі, фурфурол, етиловий спирт, тетрагідрофуриловий спирт, фуранові з'єднання, оцтову кислоту, харчову глюкозу, сухі корми для тварин [21]

З барди після виробництва пива та віскі виготовляють хлібопекарські дріжджі, гліцерин, бетаїн, кормові дріжджі, вітамін B₁₂, сірчанокислий амоній, глютамат натрію, біоміцин, корм для худоби [33]

Таким чином, велика частина відходів є цінною сировиною, що використовується на корм худобі або для подальшої переробки з метою отримання цінних хімікатів, харчових і кормових добавок, вітамінів, антибіотиків та інших біологічно активних препаратів [31, 32].

Моя випускна кваліфікаційна робота присвячена ефективним способам рекуперації оргоновміщуючих відходів для отримання ЕМ компостів.

1.1. Історія розвитку вермітехнологій в різних країнах

Сучасна світова наука і практика велику увагу приділяють проблемам переробки органічних відходів і раціонального використання їх як високо цінного біологічного ресурсу. Однак застосування більшості технологій біоконверсії вимагає значних енерговитрат, при цьому ці технології не є безвідходними і, відповідно, екологічно чистими. Якість більшості отриманих з відходів тваринництва органічних добрив не відповідає агротехнічним і екологічним вимогам через наявність патогенів, життєздатного насіння бур'янів і неприємного запаху, що не виключає ймовірності забруднення повітря, ґрунту і ґрунтових вод водорозчинними фракціями азотовмісних сполук.

Наприкінці ХХ століття в США, Західній Європі, Японії та інших країнах світу почали впроваджувати вермітехнологію переробки органічних відходів, яка вирішує ці проблеми [24, 27].

Вермітехнологія – система організаційно-технічних заходів з культивування ейсенії пахучої на різних субстратах в конкретних екологічних умовах, обробки і застосування копроліту і біомаси ейсенії пахучої в сільському господарстві (див. дод. А та Б). Це новий напрямок сільськогосподарської науки. Її застосування дозволяє підвищувати продуктивність, екологічну стійкість і саморегулюючу здатність агроєкосистем. У світовій літературі вермітехнологію розглядають як елемент екологічно чистого сільськогосподарського виробництва [12, 26].

Вермітехнологія має два напрямки:

- вермікультивування, при якому розмножують ейсенію пахучу або отримують їх біомасу;
- вермікомпостування, головною метою якого є екологічно безпечна переробка різних органічних відходів та отримання маси екскрементів дощових компостних черв'яків-копроліту – біогумусу, вермікомпосту) – цінного органічного добрива.

Ще хлібороби Стародавнього Єгипту бачили в ейсенії пахучій запоруку майбутніх врожаїв. Тут з успіхом використовували перероблений ейсенії пахучої наносний мул річки Ніл для вирощування сільськогосподарських культур. Стародавні єгиптяни обожнювали дощового хробака, вважали його святою твариною і забороняли вивозити з країни.

Аристотель називав ейсенії пахучої «кишечником землі». І це дійсно так: пропускаючи через свій кішківник землю і рослинні залишки, ейсенія пахуча збагачує ґрунт [41].

Згідно Рейнольдсу, є, принаймні, 7254 видів олігохет, що володіють унікальними фізичними, біологічними і поведінковими особливостями, з яких близько половини є мешканцями ґрунту, і серед них ейсенія пахуча.

Щорічно ґрунтовими зоологами в середньому описується близько 70 нових різновидів ейсенії пахучої. Економічне значення деяких видів ейсенії пахучої вивчено досить детально. Відомо, що більшість різновидів ейсенії пахучої відіграє істотну роль у підвищенні родючості ґрунтів [95].

У книзі: «дощові черв'яки для підвищення врожаю Віктор Горбунов пише: Черв'яки стимулюють процес гумусоутворення в 52-56 разів. Їм властива висока активність споживання рослинних залишків (185% до своєї маси)» [49].

Ґрунти, населені ейсенією пахучою, зазвичай дуже рясно пронизані їх ходами. Це відбувається завдяки тому, що один черв'як може прорити цілу систему ходів (яка може скласти 4000-7000 км/га), сполучених один з одним і виходять в декількох місцях на поверхню. На одному Акрі землі може бути до 500 тис. особин ейсенії пахучої, які можуть переробляти до 5 тонн і більше ґрунту на рік.»

В Україні налічується 56 видів і 5 підвидів ейсенії пахучої, що належать до 5 родин: Moniligastridae, Megascolidae, Eudrilidae, Glossoscolecidae [29].

Незважаючи на те, що для таксономічної класифікації бажано ідентифікувати кожен вид ейсенія пахуча, класифікація, заснована на

трофічної стратегії, тобто за способом харчування, і екологічної стратегії, тобто за умовами їх проживання більш підходить при використанні дощових черв'яків в практичній діяльності людини [30].

Титов І. Н. у своїй книзі «Дощові черв'яки. Керівництво по вермикультурі в двох частинах. Частина І: компостні черв'яки "наводить наступні класифікації дощових черв'яків:». Трофічна класифікація ділить дощових черв'яків на три категорії: фітофаги (харчуються рослинним опадом або нетрисом), геофітофаги (харчуються рослинним опадом і ґрунтом) і геофаги (харчуються ґрунтом). Але при класифікації за умовами середовища їх проживання дощових черв'яків поділяють на такі три категорії: епігеїки, анецики і ендоеїки.»

Дощовий черв'як (*Eisenia fetida*) є фітофагом і, згідно екологічної класифікації, відноситься до категорії епігеїків. Епігеїки (*epigeic* – дослівно з грецького «на землі») – це черв'яки, котрі мешкають в органічних горизонтах ґрунту або на поверхні ґрунту в органічних відходах або рослинних рештках.

Активність і вплив природних поселень дощових черв'яків епігеїков здебільшого обмежені верхнім шаром ґрунту і підстилкою. По суті, вони є «перетворювачами підстилки». Ейсенія пахуча харчуються органічними відходами, на різних етапах їх розкладу [48, 50].

Завдяки тому, що вони не роблять глибоких нір і вважають за краще поглинати багатий органікою матеріал, їх легко вирощувати в штучних умовах.

Ці природні організми для розкладання «компостери» є тим типом ейсенії пахучої, який використовується широко і повсюдно для вермікомпостування і вермикультивування.

Ця група епігеїков включає в себе такі вид и компостних черв'яків як *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra*, *Dendrobaena rubida*, *Eudrilus eugeniae* і *Perionix excavatus* [62].

Серед компостних черв'яків саме черв'яки епігеїкі використовуються в комерційних цілях. *Eisenia fetida* є найбільш широко використовуваним

людиною в комерційних цілях. Цей вид хробака легко адаптується до широкого спектру змін навколишнього середовища і різного виду корму. Стратегія виживання цього виду черв'яків також добре вивчена в лабораторних умовах [63].

Eisenia fetida, звичайно, не єдиний вид епігеїку, але це той вид, який найчастіше використовується для вермікомпостування в регіонах з помірними і холодними кліматичними умовами. Він може «працювати» в широкому температурному діапазоні від 4 до 30° C і може дійсно виживати протягом деякого часу в замороженому органічному матеріалі. Показано, що знаходячись в коконах яйця залишаються життєздатними, будучи замороженими, протягом декількох тижнів [65].

Eisenia fetida (Savigny, 1826) – Ейсенія пахуча або черв'як Гнойовий (компостний). Космополіт. Вважається, що цей вид виник як підстилковий вид в гірських лісах на південь від Каспійського моря. Він також мешкає у багатьох лісах у південних регіонах, але тепер є звичайним видом у гнойових та компостних купках.

У межах України він поширений аж до Кольського півострова, але майже всюди відноситься до синантропних видів. Зустрічається в компостах, в гниючому гної, багатою перегноем ґрунті поблизу господарських будівель. У природних, природних умовах мешкає на півдні України, починаючи з лісостепової зони, і в Криму. У лісах населяє гниючу деревину, зустрічається також у скупченнях рослинних залишків по дну ярів та берегів річок [70].

У 30-ті роки XX століття в Каліфорнії були зроблені перші наукові спроби по вирощуванню черв'яків промисловим способом. Вони увінчалися успіхом лише 20 років потому, коли в США були створені перші господарства з культивування черв'яків на відходах. Вирощену ейсенію пахучу використовували як наживку для рибного лову, як корм для риб (головним чином, акваріумних), кімнатних тварин і тварин в зоопарках, а також лабораторних тварин. Пізніше багато з цих господарств перейшли на товарне виробництво біогумусу і біомаси ейсенії пахучої [96, 97].

Ідея культивування ейсенії пахучої належить американському лікарю Баррету. У 1959 році на власній фермі він займався розведенням дощових черв'яків з метою утилізації всіх видів органічних відходів. Результати його робіт не залишилися непоміченими [78].

Найбільшого поширення в європейських країнах культивування ейсенії пахучої на відходах отримало в Італії. На початку 80х років минулого століття в цій країні з відходів виробляли близько 18 тисяч тонн біогумусу в рік. Найбільше з господарств, що використовують вермикультуру, займає площу 16 га. Кормом служать відходи паперу, целюлози, деревини, листя і стебла рослин.

Є товарні господарства з виробництва біогумусу у Великобританії, Нідерландах, ФРН та інших країнах Західної Європи. Переробкою відходів на біогумус за допомогою дощових черв'яків займаються і в країнах Східної Європи: в Польщі, Угорщині, Чехії [79].

У Великій Британії культивуванням ейсенії пахучої займаються протягом 30 років на Ротамстедській дослідній станції, на базі якої створена нова британська компанія: «British Earthworm Technology» Британська технологія застосування ейсенії пахучої [80].

В результаті переходу на нову біотехнологію в сільськогосподарському виробництві в розвинених і багатьох країнах, що розвиваються різко зросли виробництво екологічно чистої сільськогосподарської та тваринницької продукції, урожайність полів. На полях, удобрюваних вермікомпостом (біогумусом), врожайність зернових досягає 56-70 ц/га (Англія, Голландія, ФРН), А картоплі – 500-800 ц/га (Голландія, Англія). Нова біотехнологія виробництва вермікомпосту дозволяє в найкоротші терміни підвищити родючість ґрунтів в 5-10 разів і в стільки ж скоротити посівні площі [75].

1.2. Історія розвитку вермитехнології в Україні

Ч. Дарвін опублікував в 1881 році класичний твір про роль деструкторів органічної речовини, який в значній мірі зумовило процес

формування ґрунтової зоології в усьому світі, в тому числі і в Московії. В Московії в 1956 році була організована перша в колишньому СРСР лабораторія ґрунтової зоології в Інституті морфології тварин ім. А. Н. Северцова (тепер це Інститут проблем екології та еволюції ім. А. Н. Северцова РАН), її засновником і керівником був видатний радянський учений академії М.С. Гіляров. Під його керівництвом в 1960-1970-ті роки була здійснена програма з масштабної інтродукції деяких видів ейсенії пахучої в ґрунтах республік Середньої Азії з метою поліпшення їх структури і родючості [74].

В Інституті зоології та паразитології Академії наук Литовської РСР з 1962 року під керівництвом професора О.П. Атлавініте почалися дослідження ефективності впливу дощових черв'яків на врожайність рослин, інтенсивність розкладання органічних речовин, накопичення біологічно активних речовин. Було показано, що внесення дощових черв'яків в ґрунт різко (в кілька разів) підвищує врожайність таких сільськогосподарських культур, як ячмінь і конюшина [81].

У науковій літературі вона отримала назву Чуйська популяція ейсенії пахучої. У лабораторних виробничих дослідах була показана перспективність використання цієї лінії компостних черв'яків. Була відпрацьована технологія вермікомпостування після попередньої обробки міського сміття (сортування, подрібнення та зволоження). Припущено техніко-економічне обґрунтування та розрахунки з промислового розведення дощових черв'яків з метою отримання вермікомпосту з міського сміття та побутових відходів. На жаль, досвід цей вченого з Киргизії так і залишився мало кому відомим і ніким не затребуваним [82].

В СРСР дослідження з культивування ейсенії пахучої були розпочаті в 1984 році у Володимирському державному педагогічному інституті (тепер Володимирський державний університет) під керівництвом професора А.М. Ігоніна [65].

У 1995 році вийшла в світ перша книга Ігоніна А.М.: «як підвищити родючість ґрунту в десятки разів за допомогою дощових черв'яків», в 1999ом – друга: «як підвищити родючість ґрунту в десятки разів за допомогою дощових черв'яків (екологічно чисте землеробство)». В результаті співпраці вченого з корпорацією "Грінпі К" була створена школа професора А.М. Ігоніна, де навчають представників всіх областей України і зарубіжжя технології розведення і утримання черв'яків «старателів», дають рекомендації, як організувати рентабельне екологічно чисте вермивиробництво [85].

У 1985-1986 роках була отримана перша вітчизняна лінія ейсенії пахучої для промислової переробки органічних відходів «Альфа» і отриманий патент Московії RU 2 058 737 «Спосіб отримання технологічних (спеціалізованих) порід компостного дощового хробака *Eisenia fetida*» від 29.10.1991 року.

У 1989 році було створено вермипідприємство ТОВ «Біоком», яким керував А.О. Тимофєєв, з виробництва вермікомпостів на основі коров'ячого і свинячого гною з використанням цієї популяції черв'яків. У 2001 році дана лінія компостних черв'яків «Альфа» у ВАТ «Корпорація «Грінпі К ' » отримала нову брендову назву компостної черв'як «Старатель» [84].

На основі отриманих даних були закладені основи біотехнології селекції компостного хробака в Московії і виведені кілька технологічних ліній компостних черв'яків (Подільська лінія), що перевершують за продукційними якостями «Каліфорнійського різновиду ейсенії пахучої» і які використовувалися у деяких вермигосподарствах в Україні.

1.3. Області застосування вермикультури

Біогумус: основні властивості, отримання та застосування

В даний час серед споживачів величезною популярністю користуються органічні продукти.

Наприклад, у органічному сільському господарстві на полях не використовують мінеральні швидкорозчинні добрива, а для боротьби зі шкідниками використовують фізичні та біологічні методи: ультразвук, шум, світло, пастки, температурні режими. Щодо готової продукції, котра виготовляється за сертифікатами Органік стандарт, то згідно них заборонено рафінування, мінералізація та інші прийоми, які знижують поживні властивості продукту, а також додавання штучних ароматизаторів, барвників (крім тих, що визначені у відповідних стандартах) [85].

Загалом, це фрукти і овочі, зростання і розвиток яких відбувається в природному середовищі, при цьому використовуються натуральні добрива. В таких умовах неможливо отримувати високі врожаї, більше зберігається якість продукції. Протягом багатьох років такі продукти вирощували лише приватні фермерські господарства, використовуючи різні компости [23, 34-39].

Одним з екологічно чистих компостів в органічному рослинництві є вермикомпост і сучасним дослідникам в області сільського господарства, і багатьом дачникам і фермерам він добре відомий. В даний час в будь-якому господарському магазині можна купити ґрунт, в складі якого обов'язковим компонентом є вермикомпост [94].

Вельми істотно відмінність біогумусу від простих органічних добрив: в ньому міститься велика кількість водорозчинних форм азоту, фосфору і калію – найнеобхідніших речовин. Мікроелементи теж переходять в більш рухливу форму. Вміст доступних водорозчинних фракцій в біогумусу також дуже високий. Це особливо важливо в перший період росту і розвитку рослин. Хімічні характеристики компосту і вермикомпосту представлені в таблиці 1 (Див. додаток А) [76].

Технологія вермикомпостування є практично безвідходною. Вона заснована на здатності ейсенії пахучої поглинати в процесі своєї життєдіяльності органічні залишки і ґрунт, які в організмі черв'яків

подрібнюються, хімічно трансформуються, збагачуються поживними елементами, ферментами і мікроорганізмами [72, 73].

Добриво легко і поступово засвоюється рослинами протягом усього циклу свого розвитку. Застосування цього добрива покращує агрохімічні властивості, підвищує якість і покращує урожай сільськогосподарської продукції [71]. Використання вермикомпостів прискорює процес проростання насіння, знижує стрес від пересадки рослин, полегшує отримання ранньої продукції.

Таким чином, біогумусу служить дуже цінним добривом в сільському господарстві. Його застосування дозволяє збільшити врожайність культур, знизити кислотність ґрунту, збільшити коефіцієнт гуміфікації в 1,5 – 2,5 рази, поліпшити мікрофлору ґрунту, знизити кількість валових форм важких металів в ґрунті [4, 53, 90, 91].

Проведеними дослідженнями встановлено, що вермикомпости надають кращу післядію на зернових культурах на другий і третій рік в порівнянні з традиційними органічними добривами. Удобрювальна цінність вермикомпостів залежить від вибору вихідного органічного субстрату, оптимального рівня вологості – 75%, доступу кисню, водневого показника рН, температурного режиму [10].

Процес вермікомпостування займає від 3 до 5 місяців. При цьому кількість ейсенії пахучої збільшується в 5-10 разів, в залежності від ретельності підтримки оптимальних умов. Отриманий біогумусу характеризується однорідним складом, рихлістю, має буро-чорний колір, без запаху. Його просівають, якщо треба – підсушують і укладають в зручну упаковку або вносять на грядки.

У районах з помірним і теплим кліматом вибірку ейсенії пахучої і біогумусу можна проводити до трьох разів при дотриманні наступних основних положень: готовність субстрату; підтримання в коробах вологості до 80 %; хороший повітрообмін, що досягається постійним ворушінням субстрату в коробах. Якщо ж дорослих особин ейсенії пахучої

відокремлювати кожні 2 місяці, можна ще більше прискорити відтворення вермикультури [48].

Отже, можна зробити висновок про те, що в сільському господарстві одним з екологічно чистих компостів є вермикомпост.

Використання вермикомпостів має ряд переваг в порівнянні з мінеральними добривами. Застосування біогумусу дозволяє збільшити врожайність культур, знизити кислотність ґрунту, збільшити коефіцієнт гуміфікації, поліпшити мікрофлору ґрунту, знизити кількість важких металів в ґрунті.

Одним з найважливіших напрямків вермикультури є вирощування біомаси дощових черв'яків і використання цього відновлюваного біоресурсу для отримання високоякісних білково-вітамінних кормових добавок для птахівництва, тваринництва та рибництва.

Вперше Lawrence і Millar в 1945 році показали, що ейсенія пахуча містять достатню кількість білка і можуть використовуватися в якості корму для тварин або джерела кормового білка. У наступні роки були проведені численні дослідження тканин ейсенії пахучої, які підтвердили цей висновок. Перші успішні досліди з годівлі тварин були здійснені на курчатах і поросятах сосунках. Деякі види дощових черв'яків, такі як *Eisenia fetida*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae* і *Dendrobaena veneta*, використовуються давно і широко для переробки ряду органічних відходів, таких як ОСВ, гній тварин, харчові відходи і органічні промислові відходи в вермикомпости, і можуть також застосовуватися в якості джерел кормового білка [55].

В сучасних умовах розвитку світового сільського господарства ця технологія широко використовується в багатьох країнах з метою отримання з дешевих органічних відходів двох видів високо-цінних господарських корисних продуктів:

- високогумусоване органічне добриво (вермикомпост);
- білково-вітамінну кормову добавку (вермиборошно).

Численні дослідження тканин дощових черв'яків різних видів показали, що загальний склад тканин дощових черв'яків істотно не відрізняються від багатьох тканин хребетних тварин. Спектр незамінних амінокислот в тканинах ейсенії пахучої є порівнянним з таким з інших в даний час використовуваних джерел. За змістом незамінних амінокислот вони відповідають кормам для тварин, птиці або риби, які рекомендовані міжнародними комісіями ФАО і ВООЗ, особливо з точки зору вмісту лізину і комбінацій метіонін + цистеїн і феніаланін + тирозин, які всі є дуже важливими компонентами тварин кормів. Крім того, тканини дощового хробака містять довголанцюгові жирні кислоти (багато тварин не мають рубця і не можуть їх синтезувати) і відповідну кількість мінеральних речовин [58].

Eisenia Fetida є джерелом поповнення мікроелементами Fe, Cu, Mn, Zn і т.д., а також вітамінами груп А і В, ферменти, антибіотиками і т. п. Наявність цих речовин суттєво підвищує несучості у курей несущек.

Таким чином, вермикультуру може бути рекомендована в якості унікального і поновлюваного джерела вуглеводів, жирів і білків, а одержувана вермиборошно, як повноцінний замітник Рибного і м'ясного борошна [63].

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційно-господарська характеристика об'єктів дослідження

Товариство з обмеженою відповідальністю «ЕМ Україна» єдиний офіційний ліцензований представник EMRO Японії (EM Research Organisation INC) на території України, що виробляє біопрепарати на основі ефективних мікроорганізмів. В 1988 році японським професором Теруо Хіга була розроблена найефективніша у світі, проста в застосуванні, економічна та екологічна система, яка отримала назву "Технологія ефективних мікроорганізмів.

Марка ЕМ являє собою лінію мікробіологічних продуктів, які використовуються більш ніж в 100 країнах світу в багатьох галузях, включаючи землеробство, тваринництво, екологію та побут .

Серед продуктів компанії – лінійка для захисту і живлення рослин, підвищення родючості ґрунтів, біопрепарати для тваринництва, переробки відходів, компостування створення та підтримка іноваційних проектів. Використовуючи сучасну технологію ефективних мікроорганізмів, споживач продукції зможе вирішити проблеми з утилізації і переробки комунальних, промислових відходів та очистки стічних вод.

ТОВ «ЕМ Україна» пропонує українському споживачу традиційно високу японську якість, сучасні технологічні рішення та кваліфікований технічний супровід, який виведе Ваше виробництво на європейський рівень сертифікації.

Продукція компанії дозволена для використання в органічному землеробстві, що підтверджується сертифікатом Organic Standard.

ЕМ-препарати – це інноваційні технології майбутнього, які працюють вже сьогодні.

ЕМ, ЕМ Logo, ЕМ Technology, ЕМ • 1, ЕМ • Х, тощо є торговими марками та зареєстрованими товарними знаками тільки компанії EMRO та її дочірніх компаній.

Компанія проводить наукові дослідження, спрямовані на пошук інноваційних рішень застосування ефективних мікроорганізмів в різних галузях народного господарства. Беззаперечною окрасою наукового напрямку є купольна теплиця. Також за компанією закріплено 5,1 га, у тому числі рілля –1,1га, перелоги – 0 га, багаторічні насадження (сади) –0 га, сіножаті –0 га, пасовища –0 га, під господарськими будівлями і дворами – 4,0 гектара. Землі господарства розташовані на 2-х відокремлених земельних масивах.

Рельєф рівнинний з нечисленними западинами. Масиви орних земель компактні. Структура земельних угідь приведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Структура земельних угідь ТОВ «ЕМ Україна»

Назва угідь	Площа, га	%
Рілля	1,1	21,6
Багаторічні насадження	0	0
Дороги	0	0
Інші землі	4,0	78,4
Всього угідь	5,1	100

Поля сівозміни запроектовані компактно, зручні для механізованого обробітку, по можливості, рівновеликі на однакових за агровиробничими властивостями ґрунтах та за умовами зволоження. Довгими сторонами поля розташовані поперек напрямку суховійних вітрів з урахуванням рельєфу.

Загальний напрям розвитку господарства – надання послуг населення, а саме: виробництво мікробіологічних препаратів та здійснення інших видів діяльності.

Усі ґрунтообробні знаряддя та сільськогосподарська техніка розташовані у спеціалізованій тракторній бригаді, а їх кількість на підприємстві наведено в табл. 2.2.

Крім сільськогосподарської техніки в господарстві є два вантажних автомобілі та один спеціалізований. На підприємстві очищення зерна після обмолоту проводять на пересувних зерноочисних машинах ОВС-25 та ОВП-20А.

Таким чином, організаційно-господарські умови, які склалися у господарстві відносно сприятливі для вирощування основних сільськогосподарських культур.

Таблиця 2.2

Склад сільськогосподарської техніки ТОВ «ЕМ Україна»

Марка машини	Кількість, шт.	Марка машини	Кількість, шт.
Трактори-всього в т.ч. колісні: Т-150К МТЗ-80 МТЗ-1025	6	Сівалки-всього	3
	6	в т.ч. СЗ-3,6А	2
	2	СУПН- 8	1
	2	Розкидачі добрив	1
	2	в т.ч. 1-РМГ-4	1
Комбайни-всього	2	Ґрунтообробні знаряддя в т.ч. КПС-4,0 КРН-5,6 БДТ-6,0 ПЛН-5-35 ПЛН-3-35 ЗККШ-6	12
Дон-1500Б	2		3
Обприскувачі-всього в т.ч. ОП-2000	1		2
	1		1
			2
			1
			3

Економічна ефективність вирощування перспективних сортів сільськогосподарських культур у господарстві характеризується врожайністю, виробничими витратами на 1 га посівів, умовно-чиством доходом, собівартістю вирощеного врожаю та рівнем рентабельності (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Показники економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур у ТОВ «ЕМ Україна» (середнє за 2019-2021 рр.)

Виробничі витрати на 1 га, грн.	Умовно-чистий дохід на 1 га, грн.	Собівартість 1 ц вирощеної продукції, грн.	Рівень рентабельності, %
4897,6	1165,7	1959,0	23,8

В середньому 2018-2020 рр. виробничі витрати при вирощуванні сільськогосподарських культур у господарстві становили 4897,6 грн./га, а умовно-чистий дохід склав 1165,7 грн./га за рівня рентабельності виробництва 23,8 %. В цілому найбільш рентабельним у господарстві було вирощування перспективних та районованих сортів та гібридів кукурудзи, озимої пшениці та ярого ячменю. Найменший показник умовно-чистого доходу отримали при вирощуванні ранніх ярих зернових культур, що пов'язано з низьким рівнем їх продуктивності.

Отже, вирощування сільськогосподарських культур у ТОВ «ЕМ Україна» за останні п'ять років є досить прибутковим, але рівень умовно-чистого доходу та рентабельності не дозволяє отримати достатню кількість оборотних засобів для збільшення земельних площ компанії.

2.2. Ґрунтово-кліматична характеристика місця досліджень

Клімат Кіровоградської області континентальний, помірно теплий, характерний для середньої широти України. За тепловими ресурсами і умовами зволоження Кіровоградська область умовно поділена на три підрайони: теплий, недостатньо зволожений, до якого відноситься вся лісостепова частина, дуже теплий, помірно посушливий, до складу якого входить південна, степова частина області, а також перехідна смуга [52].

Лісостепова північно-західна частина перебуває під більшим впливом вологих повітряних мас Атлантики та Західної Європи. Клімат тут м'якший, більш помірний. Вона характеризується теплим з нейтральним балансом вологи і періодично промивним водним режимом помірно-континентальним

кліматом. Його територія в більшій мірі зазнає дії вологих повітряних мас, що приносяться західними повітряними потоками з Атлантичного океану та з західної Європи. У північній частині області, що розташована в південній частині Правобережного Лісостепу середньорічна температура повітря становить понад $+7^{\circ}\text{C}$. Сума середньодобових температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ (активних температур) за вегетаційний період коливається від 2700°C (Новоархангельськ) до 2900°C (Світловодськ). Середньорічна сума атмосферних опадів становить 511 – 582 мм, а за теплий період випадає 332 – 397 мм. Тут середні багаторічні запаси продуктивної вологи в метровому шарі досягають 130 – 170 мм навесні під час сівби та 50 – 80 мм – в період збирання врожаю.

Теплові умови характеризуються періодом із середньодобовою температурою вище 0°C , що триває 240 – 250 днів. Баланс вологи на території лісостепової частини області в основному позитивний. ГТК = 1,05 – 1,15 [52].

Степова південно-східна частина знаходиться під впливом сухих континентальних повітряних потоків та, частково, теплого тропічного повітря з півдня, завдяки чому – клімат помірно теплий і помірно континентальний з недостатнім зволоженням. Літо спекотне, зима м'яка, інколи холодна. В південно-східній, континентальній частині області середньорічна температура повітря $+8^{\circ}\text{C}$, сума активних температур - $2900-3100^{\circ}\text{C}$, а середньорічна сума опадів коливається в межах 420 мм (Петрове) - 500мм (Компаніївка). Баланс вологи на території степової частини області в основному негативний. Тому цілком зрозуміла істотна різниця між ними в кліматичних ресурсах. ГТК = 0,83-0,89 [52].

Перехідна смуга є ізольованою (див додаток 1) від дії як атлантичних повітряних мас, так і від мікроциклонів, що надходять з Чорного та Азовського морів. Тому кліматичним умовам перехідної смуги властиве поєднання клімату як лісостепової, так і степової частини області. Кліматичний фактор є вирішальним при переході чорноземів типових у

чорноземи звичайні. Баланс вологи на території даної частини області в основному близький до 1,0 [52].

Опади протягом року розподіляються дуже нерівномірно. Найменше випадає їх в зимові місяці, і тільки з квітня по липень кількість їх збільшується. Найбільше їх випадає в червні – липні у вигляді зливових дощів. Починаючи з серпня, знову спостерігається зменшення опадів, що триває до кінця року. Тому в умовах Кіровоградської області, особливо в південній і південно-східній частині її, періодично відчувається недостача ґрунтової вологи. В більшості випадків це явище спостерігається в період цвітіння і дозрівання сільськогосподарських культур [52].

Умови зволоження ґрунтів значно погіршуються ще й тим, що в зв'язку з сильно розчленованим рельєфом значна кількість опадів на схилах марно втрачається, стікаючи в знижені елементи рельєфу. Тому заходи по нагромадженню, збереженню і ефективному використанню ґрунтової вологи в умовах області набувають надзвичайно великої ваги, в землеробстві. В умовах плато ґрунти характеризуються трохи кращим зволоженням, однак і тут в окремі роки запаси продуктивної вологи бувають недостатніми, особливо в південно-східній частині області.

Динаміка теплового режиму протягом року має значні коливання. Для весни характерне інтенсивне підвищення температур. Вже в другій декаді березня середньодобова температура повітря переходить через 0° , в середині першої декади квітня десяти сантиметровий шар ґрунту стійко прогрівається на 5° , в середині квітня – на 10° , а на початку травня на 15° .

Літо переважно з теплою, малохмарною погодою, середньомісячна температура липня на півдні досягає -22° , максимальна $+38^{\circ}$. Влітку опади переважно зливого характеру по 7–10 днів на місяць. Однак часто бувають тривалі бездощові періоди.

Осінь характеризується великою кількістю хмарних днів, нічними приморозками та поступовим спадом температури. Вже в середині листопада середньо-лобова температура повітря переходить через 0° [52].

Зима на території області малосніжна, м'яка з частими відлигами, іноді з різким підвищенням (до $4-9^{\circ}$, $+13^{\circ}$) температури повітря. Зрідка бувають і дуже холодні зими. Середня температура найбільш холодного періоду (січень–лютий) від $-28,3^{\circ}$ до $-35,4^{\circ}$.

Сніговий покрив неглибокий, нестійкий, недовготривалий. Встановлюється він в першій декаді грудня і утримується до другої декади березня, причому в окремі роки під час тривалих відлиг з інтенсивним підвищенням температури сніг повністю розтає.

Вітровий режим Кіровоградської області, як і в цілому України, обумовлений особливостями загальної циркуляції атмосфери. В зв'язку з тим, що зимою інтенсивно розвинена циклонічна діяльність, вітри характеризуються непостійністю напрямків, однак переважаючими є північно-західні. У весняний період з послабленням циклонічної діяльності пануючими вітрами є східні та південно-східні. В теплий період року (червень–вересень) майже постійно віють північні й західні вітри. Особливу загрозу являють собою сильні вітри (зі швидкістю більше 15 м/сек), які в весняний період викликають пилові бурі, літом – сильне випаровування, а при поєднанні з низькою вологістю повітря – суховії [52].

Число днів з такими вітрами протягом року близько 26. Ймовірність років з слабкими суховіями на території області 100%, середньої інтенсивності – в лісостеповій частині – 95%, в степовій – 100%, з інтенсивними суховіями – в Лісостепу 65%, в Степу – 80%, з дуже інтенсивними – відповідно 25% і 40%.

Однак, незважаючи на іноді несприятливі погодні умови, в цілому клімат області забезпечує вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур, розвиток садівництва та городництва.

Розвиток рельєфу території області тісно пов'язаний з гідрографічною мережею та ерозійними процесами. Лише на невеликій частині Бузько-Дніпровської міжріччя (Світловодський, Онуфріївський, частково

Знам'янський райони) на формування рельєфу мав також вплив льодовик максимального Дніпровського зледеніння.

Поверхня області являє собою підвищену рівнину, в різній мірі розчленовану річковими долинами, балками та сучасними формами ерозійних процесів. Вона має загальний нахил на південь, відповідно напрямку численних рік і річок, що впадають в Чорне море. Найбільші на території області ріки – Дніпро, Інгул, Інгулець, Південний Буг, Синюха – розділені великими вододільними просторами. Ці вододільні простори – плато є найбільш характерними елементами рельєфу Бузько-Дніпровської області. Тераси рік мають обмежене поширення. За характером утворення вони переважно ерозійні, рідше акумулятивні [63, 64].

Значному розвитку рельєфу сприяла наявність на території області лесовидних порід і піщано-глинистих відкладів, що легко розмиваються атмосферними водами. Внаслідок цього вершини балок і ярів врізаються на велику глибину і надають місцевості ще більшої розчленованості.

Лісостепова частина області відзначається, навпаки, рівним рельєфом. Яружно-балкова сітка тут сильно розвинена лише в прибузькій частині.

Характерними для цієї частини області є широкі рівні вододільні плато, площа яких в два-три рази перевищує площу схилів. Балки тут неглибокі, неширокі і малорозгалужені. Поверхневий стік в зв'язку з таким рельєфом незначний.

Перехідна смуга області характеризується широко - і середньо хвилястим рельєфом, але й тут різко виділяються схили, прилеглі до річкових долин, з густою балково-яружною сіткою [87].

Властивим для рельєфу області є добре вироблені річкові долини та довгі широкі, глибокі і сильно розгалужені, з асиметричним поперечним профілем балки, які часто врізані навіть в кристалічні породи. Всюди на прирічкових та прибалкових схилах спостерігаються численні улоговини,

яри, вимоїни. В дно балок часто вриваються донні яри; окремі з них виходять за межі балкових долин і поширюються на схили вододілів.

Схили довгі, переважно слабо пологі, рівні. Долини, балки і яри є великою перешкодою для господарювання, посилюють поверхневий стік і зумовлюють обезводнення сільськогосподарських угідь.

Розчленованість рельєфу перш за все впливає на розподіл вод атмосферних опадів по поверхні ґрунту. Стікаючи по схилах, вони сприяють ерозії ґрунту. Внаслідок цього тут утворюються ґрунти різного ступеня змитості, а в зниженнях – намиті. Вітрова ерозія на території області розвинена слабо, але в останні роки майже в усіх районах області спостерігається дефляційні процеси [87].

В цілому рельєф області забезпечує успішний розвиток сільськогосподарського виробництва, проте стародавні та сучасні ерозійні утвори місцями ускладнюють механізацію сільськогосподарських робіт і потребують застосування комплексу ефективних протиерозійних заходів.

РОЗДІЛ 3.

ВПЛИВ ВИДУ СУБСТРАТУ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ БІОГУМУСУ

3.1 Методика проведення досліджень

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

Методика закладання досліду і ефективність спільної переробки рослинних залишків та відходів комунального господарства ейсенією пахучою в поєднанні з ЕМ препаратами в умовах лабораторного-польового експерименту

Для проведення досліджень з отримання ЕМ компосту за участі ейсенії пахучої було приготовлено серію органічних субстратів, що містять різні види органічних відходів: солома ячмінна (К), солома пшенична (Б), кукурудзяна дробина (М), а також сирий осад з первинних відстійників, видалений за допомогою гідрозмиву (Н). Кожна з перерахованих вище органічних решток була змішаний з сирим осадом (рН 5,9), масова частка якого складала 50 % у всіх типах субстратів. Всі органічні компоненти (крім низинного торфу) попередньо були подрібнені до пастоподібного стану.

Схема досліду 1:

Контроль: сирий осад (200 г) + торф (200 г);

Варіант 1: сирий осад (200 г) + кукурудзяна дробина (200 г);

Варіант 2: сирий осад (200 г) + солома ячмінна (200 г);

Варіант 3. сирий осад (200 г) + солома пшенична (200 г).

Повторність досвіду 4-х разова

У кожен контейнер помістили по 10 статевозрілих (без пасків) особин ейсенії пахучої, попередньо вимірявши їх масу. Середня вага яких, при переміщенні в кожен контейнер, представлений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Середня вага черв'яків, запущених в субстрат, (г)

Варіант	Доза ЕМ, мл/г	Повторність дослідів	Кількість особин ейсенії пахучої, шт.	Загальна маса особин ейсенії пахучої, г	Середня маса 1 особин ейсенії пахучої, г
Контроль	50	1	10	5,51	0,27
		2	10	4,34	0,21
		3	10	4,06	0,21
		4	10	4,08	0,22
1	50	1	10	4,22	0,21
		2	10	4,42	0,22
		3	10	3,97	0,19
		4	10	3,99	0,20
2	50	1	10	4,15	0,2
		2	10	4,86	0,24
		3	10	3,38	0,16
		4	10	3,43	0,19
3	50	1	10	4,05	0,2
		2	10	4,06	0,2
		3	10	4,75	0,23
		4	10	4,34	0,21

В досліді використовували статевозрілих особин ейсенії пахучої, наданих лабораторією біотехнології ТОВ «ЕМ Україна». Були відібрані особини ейсенії пахучої приблизно одного віку (три тижні), довжини (3-3,5 см), без пасків. Було приготовлено 4 варіанти субстрату. Для кожної ємності з субстратом було відібрано по 10 особин ейсенії пахучої, визначена їх загальна маса і, виходячи з цього, виведена середня маса особин ейсенії пахучої (див. табл. 3.1). Після чого особин ейсенії пахучої помістили в субстрат.

Ефективність процесу вермикультивування кінці експерименту оцінювали за такими параметрами:

- кількість і середня маса особин ейсенії пахучої;
- кількість коконів.

Для ЕМ компосту проводилися такі дослідження: а) уміст гумусу у ґрунті – за Тюриним; б) рН сольової витяжки – потенціометрично; в) гідролітичну кислотність (Нг) – за методом Каппена; г) суму обмінних основ ($S_{\text{осн}}$) – за методом Каппена; д) ступінь насичення основами – розрахунковим способом (Практикум по агрохімії, 1987); е) рухомі: фосфор (P_2O_5) та калій (K_2O) – за методом Мачигина; ж) загальний азот – за методом К'ельдаля; і) азот гідролізований – за методом Корнфілда, щільності ґрунту, загальної шпаруватості, щільності твердої фази ґрунту, шпаруватості аерації – методом Качинського

Усі перелічені вище методи описані у наступних навчальних посібниках і практикумах [59, 60, 86, 87, 88, 89].

Для компосту: «Визначення санітарно-гігієнічних показників – кількість яєць гельмінтів, колі-ндекс, колі-титр, визначення еколого-агрохімічних показників: вміст солей важких металів, валових форм азоту, фосфору та калію, а також органічної речовини, вологості та радіонуклідів»[13, 14, 15, 16, 18].

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим способом. Висушування зразків проводилося в сушильній шафі протягом 6 годин при температурі 105 С. Фази розвитку ячменю відзначалися візуально при появі у 75% рослин ознак настання даної фази розвитку. Облік засміченості проводився підрахунком кількості бур'янів на ділянці. Вимірювання росту рослин по основних фазах розвитку проводилася за допомогою лінійки.

Аналіз компосту проводився лабораторією Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Вміст важких металів у рослинах, продукції, ґрунтах і осадах визначали загальновідомими методами в лабораторії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». При цьому використовувалися різні витяжки, в яких визначався вміст важких металів методом атомно-адсорбційного аналізу.

Математична обробка даних проводилася на ПК з використанням стандартних програм.

3.2. Вплив харчових відходів на процеси вермикюльтивування та вермікомпостування

Ефективність процесу вермікомпостування оцінювали за відсотком виходу копроліту.

Для визначення маси копроліту з ємності були витягнуті особини ейсенії пахучої і кокони. Ємності з переробленим субстратом були залишені для підсушування, для того щоб вологість вмісту в ємностях не перевищувала 55%. Після підсушування перероблений субстрат був просіяний через дрібне сито, в результаті чого копроліт був відділений від не перероблених хробаками залишків.

Кількість особин ейсенії пахучої і коконів враховували вручну після вилучення їх з субстрату. Після вилучення з ємності та обліку особин ейсенії пахучої були очищені від копроліту і залишків субстрату, заново перераховані і зважені для подальшого визначення збільшення маси. Кокони також були пораховані і зважені.

Для експерименту були взяті статевозрілі особин ейсенії пахучої, надані лабораторією біотехнології ТОВ «ЕМ Україна». Було приготовлено 3 варіанти органічного субстрату. У кожен контейнер поселили по 30 особин.

Перед запуском в субстрат визначали середню вагу черв'яків, який представлений в таблиці 3.2.

Контейнери з субстратом помістили в приміщення з температурою повітря +20°C. Вологість субстрату була доведена до 80%.

Через 45 днів після закладки досвіду був проведений облік чисельності ваги особин ейсенії пахучої в кожному контейнері. Оскільки в варіантах використання пивних дріжджів була відзначена масова загибель особин ейсенії пахучої, в контейнери даного варіанту було додано відсутню кількість особин, які попередньо також були зважені.

Таблиця 3.2

Середня вага черв'яків в кожному контейнері, (г)

Варіант досліджу	Повторність	Кількість особин ейсенії пахучої / контейнер, шт.	Біомаса особин ейсенії пахучої / контейнер, г	Вага 1 гї особини ейсенії пахучої,, г
1	1	30	1,640	0,08
	2	30	1,900	0,09
	3	30	1,785	0,08
	4	30	1,815	0,08
2	1	30	2,680	0,13
	2	30	1,645	0,08
	3	30	2,785	0,13
	4	30	2,564	0,11
3	1	30	2,495	0,12
	2	30	2,510	0,12
	3	30	3,095	0,15
	4	30	2,492	0,14

Через 20 днів після повторного підселення черв'яків провели облік:

- 1) ч особин ейсенії пахучої з пасками;
- 2) ч особин ейсенії пахучої без пасків;
- 3) молоді;
- 4) коконів.

Окремо були зважені особини ейсенії пахучої з пасками і без пасків.

У кожному варіанті контролювали рівень кислотності (вимірювали рН).

Ще через 24 дні повторно провели всі операції з урахуванням чисельності черв'яків. Після чого був здійснений відсів з субстрату копроліту, шляхом просіву через сито з діаметром отворів 3 мм.

У відповідності з результатами лабораторно-польового досліджу було визначено, що через тиждень після інтродукції особин ейсенії пахучої у всіх варіантах крім контрольного (з торфом) спостерігалось сильне запліснявіння

субстрату і масова загибель особин ейсенії пахучої. З цієї причини залишилися живих черв'яків витягли з субстрату. Субстрат ретельно перемішали і залишили на два тижні до повного припинення процесів бродіння низькомолекулярних цукрів і появи цвілі. Повторний запуск особин ейсенії пахучої проводили за вище описаною схемою. Через місяць особин ейсенії пахучої витягли з субстрату, перерахували та провели контрольне зважування.

З даних, представлених у таблиці 3.3, видно, що в субстратах з ячмінною та пшеничною соломкою раніше спостерігалася незначна загибель черв'яків, що свідчить про необхідність більш тривалого періоду попередньої обробки субстрату ЕМ препаратами з подальшою біоконверсією вермикультивування даних видів відходів[68, 69].

Таблиця 3.3

Вплив складу субстрату на кількість і вага особин ейсенії пахучої

Варіант дослідження	Кількість особин ейсенії пахучої, шт.		Вага особин ейсенії пахучої /контейнер, г		Вага однієї особини ейсенії пахучої, г	
	На початку дослідження	В кінці дослідження	На початку дослідження	В кінці дослідження	На початку дослідження	В кінці дослідження
Контроль	20	24	4,63	15,42	0,23	0,63
1	20	20	4,2	12,25	0,2	0,59
2	20	19	4,13	7,84	0,2	0,41*
3	20	16	4,28	10,69	0,21	0,64

За період експерименту маса однієї особини ейсенії пахучої у всіх варіантах, крім варіанту з шкіркою бананів збільшилася майже в 3 рази. Надбавка маси однієї особини ейсенії пахучої в варіантах з кукурудзяною дробиною та пшеничною соломкою була на рівні контрольних значень. У

варіанті з ячмінною соломою спостерігався мінімальний приріст маси однієї особин ейсенії пахучої (приблизно в 2 рази)

Отже, для підтримки фізіологічних процесів дорослих особин ейсенії пахучої кукурудзяною дробиною та пшеничної соломи забезпечують рівень харчування, схожий з традиційним субстратом, тобто гноївкою ВРХ.

Для оцінки впливу складу субстрату на генеративні функції особин ейсенії пахучої в кінці експерименту здійснили підрахунок кількості і ваги коконів. Максимальна кількість коконів було виявлено в контролі (на субстраті з сирим осадом) (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив складу субстрату на кількість і вагу коконів

Варіант досліду	Кількість коконів / контейнер, шт.	Вага коконів / контейнер, г	Вага 1го кокона, г	Кількість молодих особин
Контроль	0	0	0	0
1	9	0,13	0,014	0
2	50	0,8	0,016	9
3	84	0,86	0,01	11

Серед досліджених видів відходів формуванню найбільшої кількості коконів сприяли ячмінна та пшенична солома. В даних варіантах окрім коконів було виявлено також 9 та 11, відповідно молодих особин ейсенії пахучої У субстратах з пивною дробиною кокони були відсутні.

Таким чином, результати експерименту показали, що для підтримки високих показників плодючості особин ейсенії пахучої жоден з досліджених харчових відходів не забезпечує такого ж рівня харчування як традиційний субстрат – сирийосад. Тільки подрібнена кукурудзяна дробина забезпечила показники плодючості особин ейсенії пахучої порівнянні з контрольними.

3.3. Оцінка ефективності застосування харчових відходів у порівнянні з традиційно використовуваним гноєм ВРХ у процесах вермікомпостування

Збільшення чисельності і ваги особин ейсенії пахучої є основним показником ефективності процесу вермікультивування. Основним показником процесу вермікомпостування є вихід копроліту – так званого біогумусу) – одне з найбільш цінних органічних добрив.

Відсів копроліту з переробленого особин ейсенії пахучої субстрату і його зважування показало, що використання в якості субстрату харчових відходів сприяє помітному збільшенню виходу копроліту в порівнянні з використанням сирого осаду з торфом. При цьому максимальний вихід копроліту був відзначений у варіанті з різними видами соломи, а мінімальний у варіанті з пивною дробиною (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив складу субстрату на вихід копроліту

Варіант досліджу	Маса субстрату, г	Маса копроліту, г	Вихід копроліту, % к субстрату
Контроль	202,0	156,3	61,7
1	165,7	117,7	71,0*
2	228,7	178,0	77,8*
3	203,0	160,7	79,1*

Збільшення виходу копроліту в варіантах з рослинними рештками в порівнянні з контролем може бути пов'язано з більш низькою харчовою цінністю для особин ейсенії пахучої дослідженої побічної продукції і, як наслідок, необхідністю більш активного поглинання субстрату. А от субстрат на основі сирого осаду та кукурудзяної дробини, навпаки, відрізняється більшою поживністю і тому поглинається особинами ейсенії пахучої менш інтенсивно, забезпечуючи в першу чергу приріст ваги самих особин ейсенії пахучої і коконів, а не продуктів їх життєдіяльності, тобто копроліту. З цієї причини пивна дробина + сирий осад більше підходить для процесів

вермикультивування, а досліджені сирий осад + рослинні рештки – для процесів вермікомпостування.

Відсутність коконів у контрольних варіантах може бути пов'язано зі зниженим вмістом вуглецю і азоту, а також більш широким їх співвідношенням (див. табл.3.6).

Таблиця 3.6

Вміст загального вуглецю та азоту в субстраті

Варіант досліду	Вміст вуглецю, С %	Вміст азоту, N %	Співвідношення С : N
Контроль	46,67 ± 9,33	1,95 ± 0,12	23,93
1	41,33 ± 8,27	1,53 ± 0,11	27,0
2	47,01 ± 9,41	2,06 ± 0,13	27,0
3	47,61 ± 9,52	2,00 ± 0,12	22,8

Таким чином, результати проведеного нами досліджу показали, що застосування досліджених харчових відходів в якості харчових субстратів для особин ейсенії пахучої не забезпечує підвищення продуктивності процесів вермикультивування, а, навпаки, обумовлює зниження біомаси особин ейсенії пахучої і зменшення показників їх плодючості. Серед досліджених видів відходів тільки кукурудзяна дробина забезпечила показники біомаси особин ейсенії пахучої в і їх плодючості, порівнянні з рослинними рештками, котрі традиційно використовуються у вермикультивування для отримання органічного добрива.

3.4. Вплив відходів харчової промисловості на процеси вермикультивування та вермікомпостування

Результати експерименту показали, що, як і в першому досвіді, вже через тиждень спостерігалось активне за пліснявіння органічного субстрату, ймовірно внаслідок вмісту в ньому великої кількості низькомолекулярних цукрів, що сприяють активному перебігу процесів бродіння і розмноженню нижчих цукролітичних грибів. Продукти

бродіння зумовили масову загибель інтродукованих в даний субстрат особин ейсенії пахучої.

Як і в контрольному експерименті, субстрати залишили без особин ейсенії пахучої до повного припинення процесів бродіння внаслідок виснаження в субстратах низькомолекулярних цукрів. Повторний запуск особин ейсенії пахучої провели через 2 тижні. Як і в першому випадку використовували дорослих статевозрілих (без пасків) особин, що відрізняються максимальною харчовою активністю. Безпосередньо перед інтродукцією черв'яків в субстрат їх зважували. Початкова вага інтродукованих черв'яків наведена в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Вплив складу субстрату на кількість і середня вага черв'яків

Варіант досліджу	Кількість особин ейсенії пахучої, шт.		Вага особин ейсенії пахучої /контейнер, г		Вага особини ейсенії пахучої, г	
	На початку досліджу	В кінці досліджу	На початку досліджу	В кінці досліджу	На початку досліджу	В кінці досліджу
1 солома ячмінна +сирий осад	20	24	1,77	10,38	0,13	0,43
2. солома пшенична +сирий осад	20	20	2,37	12,0	0,11	0,60
3. Торф +сирий осада +кукурудзяна дробина + пивні дріжджі	20	0	2,7	0	0,08	0

Через 60 діб від повторного запуску особин ейсенії пахучої був

також проведений облік кількості і ваги особин ейсенії пахучої по кожному варіанту. Результати обліку показали, що додавання в субстрат пивної дробини не сприяло збільшенню кількості дощових черв'яків, а додавання разом з пивною дробиною ще й біомаси випарених пивних дріжджів так само, як і при першому запуску, зумовило масову загибель особин ейсенії пахучої (див табл. 3.7). Даний результат виявився несподіваним, оскільки, за даними Ж.П. Руєлля [76] ґрунтові дріжджі, поряд з найпростішими, є одним з основних харчових субстратів для особин ейсенії пахучої в ґрунті і додавання біомаси пивних дріжджів до складу органічного субстрату мало позитивно позначитися на наборі біомаси особин ейсенії пахучої.

За даними А. М. Ігоніна і М. М. Терещенко однією з можливих причин загибелі особин ейсенії пахучої також може підвищена кислотність субстрату [65] оскільки додавання в субстрат пивних дріжджів могло привести до підвищення кислотності було проведено вимірювання рН субстрату в варіантах досвіду. Вимірювання рівня рН показало, що в цілому додавання відходів пивоваріння, дійсно, призвело до підкислення субстрату. Однак найбільше зміщення рН в кислу сторону було відзначено у варіанті з додавання тільки пивної дробини, де масова загибель особин ейсенії пахучої не спостерігалася. При цьому у варіанті з додаванням дробини і пивних дріжджів рН субстрату був помітно вище, ніж у варіанті з додаванням тільки дробини (табл.3.8). Отже, причиною масової загибелі особин ейсенії пахучої в першому варіанті не є рівень кислотності.

Таблиця 3.8

Рівень рН в досліджуваних варіантах

Варіант досліду	рН
1.Торф+сирий осад+кукурудзяна дробина + пивні дріжджі	6,57
2.Солома ячмінна + сирий осад	4,58
3. Солома пшенична + сирий осад	5,38

Таким чином, на підставі наведених даних можна зробити висновок про те, що масова загибель особин ейсенії пахучої у варіанті з додаванням пивних дріжджів, найімовірніше, обумовлена вмістом в даному виді відходу великої кількості органічних речовин, що сприяють активним процесам бродіння.

Вимірювання біометричних параметрів особин ейсенії пахучої показало, що протягом експерименту у варіантах з використанням торфу і пивної дробини спостерігалось поступове збільшення маси однієї особин ейсенії пахучої. При цьому у варіанті з ячмінною соломкою маса одного хробака зросла в 5,38 разів, а у варіанті з пшеничною соломкою – в 6 разів. Найбільші абсолютні значення біомаси особин ейсенії пахучої також були відзначені для варіанту з використанням торфу і пивної дробини.

Отже, додавання в органічний субстрат з торфу пивної дробини забезпечує рівень харчування цілком достатній для підтримки фізіологічних процесів в організмі дорослих особин ейсенії пахучої.

Для оцінки впливу складу субстрату на генеративні функції особин ейсенії пахучої протягом дослідження здійснювали підрахунок кількості черв'яків статевозрілих особин ейсенії пахучої (без пасків), статевозрілих особин ейсенії пахучої (з пасками), а також коконів і ювенальних (молодих) особин. Результати обліку показали, що в середині експерименту особини ейсенії пахучої з пасками становили в третьому варіанті приблизно $\frac{2}{3}$ від загального числа особин ейсенії пахучої, а у другому та третьому лише $\frac{1}{2}$. При цьому кількість статевозрілих особин ейсенії пахучої з пасками у варіанті з додаванням пивної дробини виявилось в 1,5 рази менше, ніж у варіантах з ячмінною та пшеничною соломкою. Сумарна вага особин ейсенії пахучої з пасками у варіанті з додаванням пивної дробини також виявився трохи нижче, ніж у варіантах без додавання пивної дробини.

Однак середня вага одного статевозрілого хробака, у варіанті з

пивної дробиною, навпаки, був вище, ніж у варіантах без неї (табл. 3.9). Отже, додавання до субстрату з торфу пивної дробини, сприяючи набору маси особин ейсенії пахучої, одночасно інгібує процеси розвитку організму дощового хробака, сповільнюючи досягнення стадії статевої зрілості.

Таблиця 3.9

Вплив складу субстрату на кількість і масу статевозрілих (з пасками) і статевозрілих особин ейсенії пахучої (2.06.2021 року)

Варіант досліджу	Кількість особин з пасками, шт.	Вага особин з пасками, г	Вага одного особин з паском, г	Кількість особин без пасків, шт.	Вага особин без паску, г	Вага однієї особини без паску, г
1. Торф + кукурудзя на дробина	13,0	4,95	0,38	7,0	3,02	0,45
2. ячмінна солома + сирий осад	9,0	4,51	0,52	11,0	5,16	0,47
3. пшенична солома + сирий осад	9,0	4,49	0,51	10,8	5,08	0,48

Додавання в органічний субстрат пивної дробини також негативно позначилося на формуванні особин ейсенії пахучої і коконів. Серед досліджених варіантів протягом усього дослідження найбільшою кількістю коконів відрізнявся варіант з ячмінною і пшеничною соломою додавання пивної дробини. У цих варіантах також спостерігалася поява молодих особин. У варіанті з торфом і пивною дробиною молоді особини ейсенії пахучої були відсутні (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Вплив складу субстрату на кількість коконів і молодих черв'яків

Варіант досліду	Кількість коконів, шт. / контейнер		Кількість молодих особин , шт.	
	65 діб. від початку досліду	95 діб. від початку досліду	65 діб. від початку досліду	95 діб. від початку досліду
1. Торф + кукурудзяна дробина	25	18*	0	0
2. ячмінна солома + сирий осад	43	31	10	21
3. пшенична солома + сирий осад	44	30	11	23

Таким чином, результати експерименту показали, що додавання до торфу пивної дробини не забезпечує підтримки високих показників плодючості особин ейсенії пахучої, затримуючи темпи розвитку особин ейсенії пахучої і знижуючи кількість відкладаються ними коконів.

3.5. Оцінка ефективності відходів пивоварної промисловості в процесах вермікомпостування

Якщо збільшення чисельності і ваги дощових черв'яків є основним показником ефективності процесу вермикультивування, то основним показником процесу вермікомпостування є вихід копроліту (так званого біогумусу) – одного з найбільш цінних органічних добрив [66].

Відсів копроліту з переробленого хробаками субстрату і його зважування показало, що використання в якості субстрату ячмінної та пшеничної соломи забезпечує більш високий вихід копроліту у порівнянні з використанням пивної дробини, початково менш збагаченої доступними для

сапротрофних мікроорганізмів і дощових черв'яків компонентами (див. табл. 3.11) [64, 74].

Таблиця 3.11

Вплив складу субстрату на вихід копроліту

Варіант дослід	Маса початкового субстрату, г	Маса копроліту, г	Вихід копроліту, % до початкового субстрату
1. Торф + кукурудзяна дробина	1000	156	15,6
2. ячмінна солома + сирий осад	1000	237	23,7
3. пшенична солома + сирий осад	1000	242	24,2

Як видно з таблиці 3.11 на варіанті торф + кукурудзяна дробина відбулося 1,5 кратне зниження виходу копроліту, у порівнянні з солом'яними субстратами..

Таким чином, для вермікомпостування використання в якості поживної частини субстрату ячмінної та пшеничної соломи є більш ефективним, ніж пивна дробина. Однак, враховуючи значні обсяги даного відходу і актуальність проблеми його рпекуперації, часткове включення пивної дробини до складу органічного субстрату для дощових черв'яків все ж може бути рекомендовано. Однак кількість пивної дробини в складі органічного субстрату для особин ейсенії пахучої має бути знижено до значень, що не перевищують 10-15% від загальної ваги субстрату з обов'язковою попередньою біоконверсією ЕМ препаратами.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКУПЕРАЦІЇ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИНИЦТВА ТА ОТРИМАННЯ ЕМ КОМПОСТУ

Головною проблемою біосферної організації людського життя є протиріччя між прагненням зберегти здатність природних екосистем до самовідтворення і необхідністю нагодувати зростаюче населення планети. Незважаючи на видиму наближеність до природних екосистем, сільське господарство, за типом речовинно-енергетичного обміну, хоч непомітно, але здійснює свій дуже небезпечний вплив на біосферу [1].

Актуальним завданням є пошук і впровадження технологій, які б забезпечили переробку твердих органічних відходів з мінімальними технологічними затратами безпечним для довкілля способом. Бажано, щоб такі технології виключали утворення шкідливих мікроорганізмів, забезпечували утилізацію життєздатного насіння бур'янів, мінімізували ймовірність забруднення повітря, ґрунту і ґрунтових вод продуктами розкладу [1].

Використання як добрив продукту переробки побічної продукції рослинництва істотно зменшує витрати на збагачення ґрунтів поживними речовинами, підвищується можливість отримання екологічно безпечної продукції. І що дуже важливо – створюються умови для утилізації (з великою користю) значних обсягів побічної продукції рослинництва [2].

Виробничий процес у галузі утилізації побічної продукції рослинництва, як і в інших галузях, здійснюється за участі в ньому, крім ЕМ препаратів і вермикультури (особини ейсенії пахучої), робочої сили, основних і матеріальних оборотних засобів виробництва. Їх функціонування реалізується, виходячи з конкретних умов відповідної науково обґрунтованої технології, з розробкою технічних умов на продукцію, з організаційно управлінським, фінансовим, обліково-статистичним, патентно-правовим та економічним забезпеченням, з використанням економіко-статистичних,

економіко-математичних методів моделювання на базі новітніх інформаційних технологій [3].

Абсолютна більшість технологій виробництва утилізації за допомогою ЕМ препаратів, які набули поширення характеризуються значними затратами праці, вартість якої перекладається на собівартість одержаної продукції. Основними видами продукції утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів є біогумус, або вермикомпост та біомаса черв'яка. [4].

Для визначення економічної ефективності досліджуваних факторів утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів за основу були взяті наступні показники: виробничі витрати, вартість валової продукції, чистий прибуток, собівартість і рівень рентабельності. В основу розрахунків покладені нормативні затрати праць і засобів. Розрахунок витрат на утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Затрати на рекуперацію побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів, грн./т

Показник	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4	5
Вартість органічних відходів на 1т біогумусу	216,0	252,05	277,0	276,85
Транспортування органічних відходів на площадку для компостування	42,0	48,28	52,9	53,788
Навантаження органічних добрив	52,4	60,35	66,1	67,235
Розкладання органічних відходів у контейнери	52,4	60,35	66,1	67,235

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
Обробка органічних відходів ЕМ препаратами	135,7	156,2	171,2	174,02
Заселення компосту маточним поголів'ям	308,5	355	389,0	395,5
Догляд за компостом (полив, рихлення, укриття соломом)	419,6	482,8	529,0	537,88
Вибірка готового біогумусу	216,0	248,5	272,3	276,85
Пересівання біогумусу	259,1	298,2	326,8	332,22
Інші витрати	67,9	78,1	85,6	87,01
Разом	1769,6	2039,8	2236,0	2268,6

Відповідно до наведених у таблиці розрахунків, сума витрат на 1 т реалізованої продукції для субстрату на основі пшеничних соломи становить 2268,6 грн. У структурі витрат понад 80% становлять виробничі, з них більше третини – це вартість субстрату для виробництва біогумусу. На оплату праці з нарахуваннями і амортизація необоротних активів припадає 30% виробничих витрат. Витрати від іншої операційної діяльності на половину складаються з вартості утримання адміністративного персоналу, вартість маточного поголів'я не перевищує 10%

Економічна ефективність утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів в значній мірі визначається затратами на оплату праці, ціновою політикою на гній, солом, зелену масу, маточне поголів'я особини ейсенії пахучої, які сформувалися на момент розрахунку.

Слід зауважити, що на ціну біогумусу, ЕМ препаратів та біомасу особини ейсенії пахучої значною мірою впливають їх якісні показники – сукупність органічних та фізико-хімічних властивостей, які обумовлені

дотриманням технологічних стандартів виробництва та якістю компонентів замішаного субстрату.

Більш ціннішою продукцією вермикюльтури є біомаса особини ейсенії пахучої, вартість якої суттєво різниться відносно визначеного напрямку реалізації. Оптова ціна продажу маси особини ейсенії пахучої для переробки на кормові цілі не перевищує 10 тис. грн./т. Реалізація дрібних партій для риболовецьких цілей є більш рентабельною, оскільки ціна за 1 кг у середньому на ринку коливається від 150–200 грн.

Маточне поголів'я реалізують іншим підприємствам у вигляді маточних сімей за ціною від 200 грн./кг або від 400 до 550 гривень за сім'ю. Сім'я складається з не менше 2000 штук особин. Маточне поголів'я особини ейсенії пахучої складається з: дорослі особини ейсенії пахучої – 10-25%; мальки особини ейсенії пахучої – 60-80%; кокони особини ейсенії пахучої – 10-15%.

Однак, реалізація біомаси черв'яка за даними напрямками обмежується відносно незначним попитом. [3].

Основні показники економічної ефективності утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Економічна ефективність утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів

Показники	Варіант досліджу			
	Контроль	1	2	3
1	2	3	4	5
Вихід біогумусу ,кг з 1 кг побічної продукції	0,617	0,71	0,778	0,791
Виручка від реалізації біогумусу, грн.	3,09	3,55	3,89	3,96

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	41	5
Затрати на виробництво біогумусу, грн./кг	1,77	2,04	2,24	2,27
Умовно чистий прибуток від реалізації біогумусу, грн..	1,32	1,51	1,65	1,69
Рівень рентабельності, %	74,34	74,03	73,97	74,34
Виручка від реалізації маточного поголів'я, грн.	0,00	45,72	47,79	48,15
Виручка від реалізації біомаси черв'яків, грн..	154,20	122,50	78,40	106,90

У структурі доходу від продажу утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів основну частку складає біогумус. На реалізацію черв'яка для кормових цілей припадає близько четверті усіх доходів від вермикультури. Проте, слід зазначити, що реалізація біомаси особини ейсенії пахучої для риболовецьких цілей і розведення маточного поголів'я дозволить підвищити її частку у структурі доходу.

Наші дослідження показали, що запропонована технологія утилізації побічної продукції рослинництва за допомогою ЕМ препаратів є ефективною, з економічної точки зору, навіть за реалізації продукції за оптовими цінами (ринкова ціна біогумусу станом на 2021 рік становила 6000 грн./т). Зазначена технологія забезпечила отримання умовно чистого прибутку по всім варіантам від 1,32 грн. на контрольних варіантах до 1,69 грн. на варіанті утилізації пшеничної соломи, а також рівень рентабельності в межах 74%.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОГУМУСУ

5.1 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 (НАОП 0.03-3.01.91, БНіП 2.09.02-95, БНіП 2.09.04-97, БНіП 2.10.02-94).

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 РД 34.21.122-97.

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 0.03-3.15-96, 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 «ЕМ Україна» 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 галузевих 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.

5.2. 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 [43, 44, 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.

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

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 попереджуючі 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.

ВИСНОВОКИ

1. Використання для вермикультивування відходів рослинництва та комунального господарства необхідний тривалий період попередньої підготовки субстрату за допомогою ЕМ препаратів (не менше 28 тижнів) до повного припинення процесів бродіння низькомолекулярних цукрів і появи цвілі, так як дані процеси викликають масову загибель особини ейсенії пахучої.

2. Серед досліджених видів поживних решток тільки ячмінна солома забезпечують рівень достатній рівень живлення, у порівнянні з органічним субстратом – сирим осадом. Тому даний вид відходів в більшій мірі підходить для вермикультивування, забезпечуючи підтримку високих показників плодючості особини ейсенії пахучої і отримання їх високої біомаси.

3. Використання солом'яних наповнювачів у складі органічного субстрату підвищує ефективність вермикомпостування, на 10-20% збільшуючи вихід копроліту порівняно з використанням торфу та сирим осадом.

4. Незважаючи на те, що в досліджених кількостях (50% від ваги субстрату) пивна дробина забезпечує досить високий рівень харчування особини ейсенії пахучої, даний тип органічних відходів не підходить для забезпечення високих показників розмноження особини ейсенії пахучої, а значить, не може бути рекомендований для вермикультивування.

ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання ЕМ компосту використання пивної дробини в якості поживної частини субстрату є менш ефективним, ніж солом'яних наповнювачів. Однак, враховуючи значні обсяги даного відходу і актуальність проблеми його утилізації, може бути рекомендовано часткове (не більше 10-15% від загальної ваги субстрату з попередньою біоконверсією ЕМ препаратами) включення пивної дробини до складу органічного субстрату.

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. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л. : Агропромиздат, 1987. 142 с.
5. Алиев С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. Баку : ЭЛМ. 1978. 252 с.
6. Алпатов А. М. Развитие, преобразование и охрана природной среды: проблемы и аспекты. Л. : Наука, 1983. 240 с.
7. Анализ осадков городских сточных вод. *Партнеры и конкуренты*. 2001. № 1. С. 36 – 39.
8. Анспок П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок. Л. : Агропром-издат, 1990. 272 с.
9. Архип О. Д. Влияние осадков сточных вод городов на плодородие чернозема и продуктивность сельскохозяйственных культур : автореф. дис. канд. с.-х. наук / О. Д. Архип. Минск, 1990. 24 с.
10. Архипченко И. А. Оптимизация процесса компостирования и влияние биокомпостов на урожай. *Агрохимический вестник*. 2001. № 5. С. 22 – 25.
11. Архипченко И. А. Получение высококачественных компостов. *Экология и промышленность России*. 2000. № 5. С. 16 – 19.
12. Афанасьев Р. А. Методические рекомендации по изучению эффективности нетрадиционных органических и органо-минеральных удобрений . Агроконсалт. М. : 2000. 40 с.

13. Афанасьев Р. А. Подготовка и использование осадков сточных вод в качестве удобрений. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2003. № 1. С. 25 – 29.
14. Афанасієнко А.С. Отримання ЄМ компосту при утилізації побічної продукції рослинництва. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.), НУБіП України, 2021. С. 27-29.
15. Афанасієнко А.С. Побічна продукція рослинництва як компонент отримання ЄМ компосту: Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 10-12 листопада 2021 р), ЦНТУ, 2021 С.
16. Бородай Ю.К. Эопротекторные спобобы в агроценозах. *Вісник Донецького національного ун-ту: Серія «Природничі науки»*, 2009. Вип. 1. С. 518-519.
17. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов: М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 704с.
18. Гаврилов В.Л., Кисіль В.І., Дикач Л.О. До питання про джерела надходження в ґрунти екзогенних хімічних елементів. : Тези доповідей IV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Харків, 1994. С.82-84.
19. Галиулин Р. В. Фитоэкстракция Cu и Ni из загрязненного выщелоченного чернозема. *Агрохимия*. 2004. С. 36 – 40.
20. Галиулин Р. В. Фитоэкстракция ТМ из загрязненных почв. *Агрохимия*. 2003. С. 77 – 85.
21. 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.

22. Гамаюнова В. В. Сучасний стан родючості ґрунтів Степу України та шляхи її відтворення. *Наукові праці : науково-методичний журнал*. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. Вип. 94. Том 107. Екологія. С. 34 – 36.
23. Гамкало З. Г. Екологічна якість ґрунту : навч. посіб. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 412 с.
24. Гарин В.М. Утилизация твердых бытовых отходов в крупных городах. Безопасность жизнедеятельности: охрана труда и окружающей среды : межвуз. сб. науч. тр. Ростов-на-Дону : Из-во Гос. акад. с.-х. машин. 1997. С. 14–17.
25. 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.
26. Гвоздов В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков.. М. : Химия, 1988. 112 с.
27. Гелету́ха Г. Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Ч. 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса. *Промислова теплотехніка*. 2010. № 5. С. 58 – 65.
28. Гелету́ха Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Нетрадиционная энергетика*. 2010. № 3. С. 73 – 79.
29. Герасимчук Л. О. Особливості забруднення ВМ урбаноземів агролісоселітебних ландшафтів м. Житомир. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків, 2014. Кн. 3. С. 91 – 92.
30. Герасимчук М. С. Використання осаду стічних вод як добрива під сільськогосподарські культури. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1974. № 5. С. 63 – 67.
31. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. М. : Высш. шк., 1988. 328 с.
32. Голубев А. В. Эколого-экономическая оценка применения удобрений. *Земледелие*. 1991. № 3. С. 63 – 65.

33. Гольдфарб Л. Л. Опыт утилизации осадков городских сточных вод в качестве удобрения. М. : Стройиздат, 2003. 60 с.
34. Гордиенко П. А. Агрохимическая характеристика термически обработанного и механически обезвоженного осадка городских сточных вод и влияние их на урожай сельскохозяйственных культур. Харьков, 1970. 35 с.
35. Гордієнко П. О. Використання осаду стічних вод для удобрення сільськогосподарських культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. К .: Урожай, 1969. С. 35 – 38.
36. Горобец А. И. Особенности роста ивовых плантаций в зависимости от условий выращивания и свойств культивара. *Развитие научного наследия акад. Н. И. Вавилова*. Саратов, 1997. Ч. 2. С. 131 – 133.
37. Горобец А. И. Продуктивность плантации прутьевых ив в Воронежской области. *Лесной журнал*. 1994. № 4. С. 57 – 60.
38. Горова А. Оцінка токсичності ґрунтів Червоноградського гірничопромислового району за допомогою ростового тесту. *Вісник Львівського національного університету ім. І. Франка : серія біологічна*. 2008. – Вип. 48. С. 189 – 194.
39. Городній М. М. Агрохімія : підручник. К. : Алефа, 2008. 784 с.
40. 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.
41. Городній М. М. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини та їх використання. *Науковий вісник НАУ*. 2002. № 48. С.231 – 236.
42. Горшкова Е. И. Влияние ОСВ на фосфатное состояние дерново-подзолистых и торфяно-глеевых почв. *Вестн. МГУ. Почвоведение*. 1998. № 2. С. 33 – 39.
43. 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.

44. Господаренко Г. М. Динаміка продуктивності польової сівозміни за тривалого (40 років) застосування добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб. Спец. вип. : Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного*. Харків, 2006. Кн. 3. С. 34 – 36.

45. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив К. : Нічлава, 2002. 344 с.

46. Гостищев Д. П. Использование осадков сточных вод в Саратовской области. *Агрохимический вестник*. 2001. № 5. С. 26 – 28.

47. Горбунов В. В. Дождевые черви для повышения урожая. М.: Астрель, 2012. 250 с.

48. Городний Н. М. Биоконверсия органических отходов в биоиндустриальном хозяйстве. Киев: Урожай, 1990. 256 с.

49. ГринПІКЪ [Электронный ресурс]: Научноисследовательский институт дождевого червя. URL: <http://www.greenpik.ru> (Дата обращения: 23.04.20).

50. Гребельна Н. В. Міграція іонів кадмію за профілем темно-сірого опідзоленого ґрунту в умовах імпактного забруднення. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2009. Вип. 195. С. 63 – 67.

51. Гринченко Т. А. Кислые почвы. Почвы Украины и повышение их плодородия. Продуктивность почв, пути её повышения, мелиорация, защита почв от эрозии и управление плодородием / под ред. Б. С. Носко, В. В. Медведева, Р. С. Трускавецкого, Г. Я. Чесняка. К. : Урожай, 1988. Т. 2. С. 108 – 119.

52. Грицуляк Г. М. Динаміка вмісту купруму і цинку в осаді стічних вод за тривалого зберігання. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань : УНУС, 2013. Ч. 1 *Сільськогосподарські, біологічні та технічні науки*. С. 111 – 115.

53. Грицуляк Г. М. Динаміка важких металів у осаді стічних вод за

тривалого зберігання та компостування. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: збірка доповідей XXIV-ї Всеукраїнської наукової конференції аспірантів і студентів (м. Донецьк, 15 – 17 квітня, 2014 р.). Донецьк : ДВНЗ «Дон НТУ». 2014. Том. 1. С. 65 – 67.

54. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. К. : Наукова думка, 1973. 204 с.

55. Гродзинський Д. М. Застосування рослинних тест – систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи. К. : Фітооціоцентр, 2006. 60 с.

56. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Науковий вісник КУЕІТУ «Нові технології»*. 2010. № 3 (29). С. 164 – 171.

57. Гумницький Я. М. Біопотенціал Львівської області. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2005. № 536. С. 220 – 222.

58. 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).

59. 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.

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

61. Джакупова И. Б. Биогумус – экологически чистое органическое удобрение. *Вестник Алматинского технологического университета*. Алматы: Алматинский технологический университет. 2014. № 2. С. 5558.

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

63. Дробина пивная сырая [Электронный ресурс]: Технологическая инструкция по производству солода и пива "ТИ1864785. Утв. Минпищепромом СССР 06.08.1985 Пункт 8.2. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=ESU;n=24437#0> (Дата обращения: 11.04.20).

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

65. 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.

66. 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).

67. Лящев А. А. Эффективность использования различных субстратов при вермикультивировании. *Агропродовольственная политика России*. Тюмень: Уральский научноисследовательский институт экономической и продовольственной безопасности. 2013. № 3. С. 48-50.

68. Максимова С. Л., Васько А.С. Удобрительная ценность различных удобрений в органическом растениеводстве. Вермикомпостирование и вермикультивирование 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.

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

70. Мельник И. А. Вермикультивирование: история, достижения, мифы, перспектива. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы,

перспективы: сб. науч. тр. / ред. кол. С. Л. Максимова [и др.]. Минск, 2013. С. 25-35.

71. Музей дождевого червя [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wormsmuseum.narod.ru> (Дата обращения: 28.04.20).

72. 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

73. Петроченко К. А. Некоторые физикохимические аспекты переработки листового опада дождевыми червями *Eisenia fetida* в лабораторных условиях. IV Международная конференция, посвященная памяти Ю. А. Львова: сб. науч. тр. Томск, 2012. С. 401-404.

74. 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).

75. Ручин А. Б. Для чего нужен биогумус? *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. М.: МГПУ. 2014. № 41. С. 62-64

76. Руэлль 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

77. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов / Б. Р. Стриганова. М.: Наука, 1980. 244 с.

78. Терещенко Н. Н. Экологомикробиологические аспекты вермикультивирования. Новосибирск: СО РАСХН, 2003. 116 с.

79. Титов И. Н. Вермикультура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. Томск: НИТГУ. 2012. № 2 (18). С. 74–80.

80. Титов И. Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов. *Твердые бытовые отходы*. М.: Концепция связи XXI век. 2008 № 8. С. 18-25.
81. Титов И. Н. Дождевые черви. Руководство по вермикультуре в двух частях. Часть I: Компостные черви. М.: ООО «МФК Точка Опоры», 2012. 284 с.
82. Федосова М. Д. Вермикомпостирование бытовых отходов с использованием экспериментальных навозных червей. *Проблемы науки*. Иваново: Олимп. 2016. № 6 (7). С. 30-33.
83. Шаланда А. В. Методы утилизации пивной дробины [Электронный ресурс]: Интернетжурнал "Коммерческая биотехнология". URL: <http://cbio.ru/page/45/id/1303/> (Дата обращения: 25.04.19).
84. Шаланда А. В. Первопроходцы [Электронный ресурс]: Научноисследовательский институт дождевого червя «ГринПИКЪ». URL: <http://www.greenpik.ru/sections/134.html> (Дата обращения: 15.04.19)
85. 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. 142-144.
86. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини : ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2005.07.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с. (Національний стандарт України).
87. 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).
88. 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).
89. 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).

90. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії : ДСТУ 4770.3:2007. [Чинний від 2009.01.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Національний стандарт України).

91. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії : ДСТУ 4770.9:2007. [Чинний від 2009.01.01]. . К. : Держспоживстандарт України, 2009. .14 с. (Національний стандарт України).

92. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії : ДСТУ 4770.6:2007. . [Чинний від 2009.01.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національний стандарт України).

93. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4.8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії : ДСТУ 4770.2:2007. [Чинний від 2009.01.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 14 с. (Національний стандарт України).

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

95. Rampe W. Schermetakontalmnatlon bel Pflanzen Sandwirdschaftliche Forschung. 1980. V 36. S. 322-335.

ДОДАТКИ

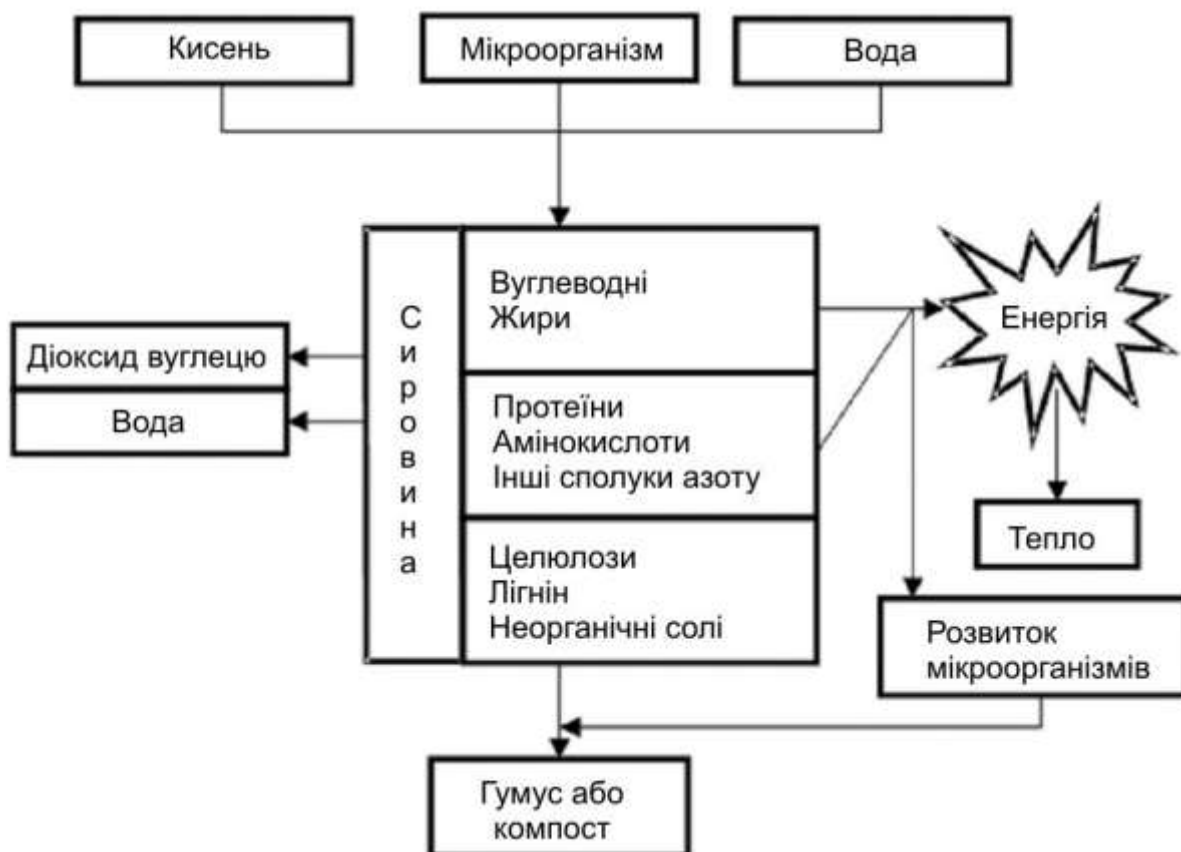


Рис. 1 Узагальнена схема компостування органічних відходів



Рис. 2 Схема портативного вермикомпостера

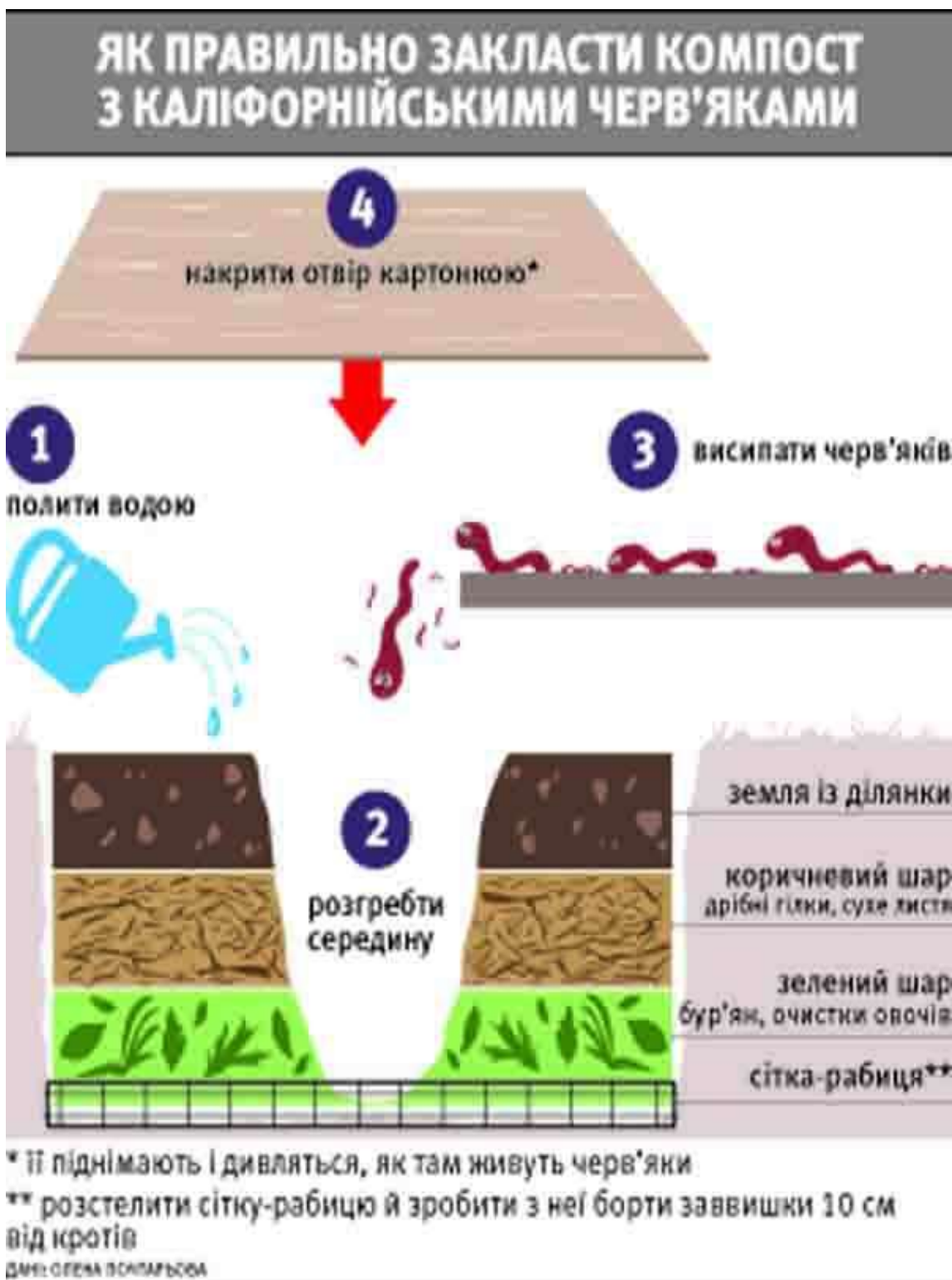


Рис. 3 Схема виробничого вермикомпостера

Таблиця Б.1

Токсикологічна характеристика ЕМ компосту

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Методика випробувань	значення	Допустимі значення за СанПиН 2.1.7.573-96
1	Свинець	мг/кг	ААС	41	1000
2	Кадмій	мг/кг	ААС	відсутній	30
3	Нікель	мг/кг	ААС	відсутній	400
4	Ртуть	мг/кг	Ртутн.	0,04	15
5	Мідь	мг/кг	ААС	відсутня	1500
6	Цинк	мг/кг	ААС	64	4000
7	Хром	мг/кг	ААС	відсутній	1200
8	Миш'як	мг/кг	МУЦІАНО-	відсутній	20
9	Марганець	мг/кг	ААС	512	2000
10	Цезій- 137	бк/кг	спектромет	відсутній	відсутній
11	Волога	-	РНД 20-05-	55	не більше 82
12	рН		РНД 17-05-	7,1	5,5-8,5
13	Органічна речовина	% на СВ	заТюриним	96	не менше 20
14	Азот	%	ДСТУ EN	0,7-0,9	не нормир.
15	Фосфор	мг/кг	ДСТУ EN	1128	не нормир.
16	Калій	мг/кг	ДСТУ	474	не нормир.
17	С	%		56	не нормир.
18	С: N			1:15	не нормир.

Таблиця Б.2

<i>Захворювання</i>	<i>Збудник</i>	<i>Час, хв</i>	<i>Температура, °С</i>
<i>Захворювання, викликані неспороутворюючими бактеріями</i>			
<i>Бруцельоз</i>	<i>Brucella abortus</i>	10	60
<i>Холера</i>	<i>Vibrio cholerae</i>	15	55
<i>Інфекційний аборт</i>	<i>Vibrio fetus</i>	5	56
<i>Дифтерія</i>	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	10	58
<i>Дизентерія</i>	<i>Shigella sp.</i>	60	55
<i>Сальмонельоз</i>	<i>Salmonella sp.</i>	20	60
<i>Лептоспіроз</i> (хвороба Вейля — Васильєва)	<i>Leptospira sp.</i>	10	50
<i>Чума</i>	<i>Yersinia pestis</i>	5	55
<i>Стафілококові</i> <i>інфекції</i>	<i>Стафілококи</i>	30	60
<i>Стрептококові</i> <i>інфекції</i>	<i>Стрептококи</i>	30	55
<i>Туберкульоз</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	20	60
<i>Тиф</i>	<i>Salmonella typhi</i>	20	60