Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
магістра

на тему: Екологічні шляхи утилізації рослинних решток на основі вермикультивування

Виконав: студент ІІ курсу, групи ЕО-19М
Спеціальності: 101 – «Екологія»

Цалко Крістіна Едуардівна _____
(підпис)

Керівник: Колмієць Л.В. _____
(підпис)

Рецензент: Резніченко В.П. _____
(підпис)

Кропивницький – 2020 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 12 рис., 19 табл., 6 додатки, 47 літературних джерел.

Об’єкт дослідження: органічні рослинні рештки, органо-мінеральний компост, каліфорнійські червоні черв’яки, органічні добрива.

Мета роботи. визначення впливу органо-мінерального компосту на продуктивність вермибіоти червоного каліфорнійського червяка та встановлення якісних показників біогумусу, що утворивс в результаті біоконверсії.

У вступі підкреслюється актуальність вермикомпостування рослинних решток, виготовлення біогумусу шляхом біоконверсії.

Перший розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо агроекологічне значення черв’яків, та напрямки застосування біоконверсії для підвищення якісних параметрів ґрунту за рахунок біогумусу.

У другому розділі фізико-географічну характеристику району досліджень та основні умови в яких вони проходили.

Третій розділ присвячено методам досліджень основних параметрів гумусу та його складових та подано основні методики.

В четвертому розділі наведено результати досліджень з визначення оптимальної ограно-мінеральної компостної суміші для онтогенезу каліфорнійського червоного черв’яка, та визначено агроекологічні показники біогумусу.

В розділі «Економічна частина» проведено розрахунок еколого-економічної ефективність утилізації рослинних рештків на основі вермикультивування.

В розділі «Охорона праці» проаналізовано заходи з охорони праці при проведенні сільськогосподарських робіт, проведено розрахунки по опаленню лабораторії.

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

ВЕРМИКОМПОСТ, ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНА КОМПОСТНА СУМІШ, КАЛІФОРНІЙСЬКІ ЧЕРВОНІ ЧЕРВЯКИ, ГУМУС, ГУМІНОВІ КИСЛОТИ, ФУЛЬВОКИСЛОТИ, pH СЕРЕДОВИЩЕ, ВОЛОГІСТЬ ВЕРМИКОМПОСТУ.

ВСТУП

Постановка проблеми. Екологізація сільськогосподарського виробництва полягає у відновленні агроекосистем за рахунок зелених технологій. До однієї з таких технологій відноситься вермикультивування, що дозволяє в короткі строки забезпечити сільське господарство високоякісними екологічнобезпечними органічними добривами, які дозволяють відновлювати гумусовий шар грунту та агрономічноцінними елементами, які в повній мірі можуть забезпечувати рослини необхідними елементами.

Застосування сучасних біотехнологій на основі вермикультури дозволить також вирішити проблему з утилізації рослинних решток у сільському господарстві, та відповідно знизити ризики розвитку різноманітних хвороб та шкідників, підвищить імунітет грунтового середовища, дозволить одержувати екологічнобезпечну продукцію сільськогосподарських культур.

За використання життєвих циклів червоного каліфорнійського червяка можливо налагодити промислове виробництво гумусних добрив.

Важливо, відмітити, що природні дощові червяки, нажаль активно зникають, на основі інтенсивних технологій ведення сільського господарств, використання важкої техніки, засобів захисту рослин, як наслідок відбувається істотне зменшення фауни, яка нездатна виконувати свої екологічні функції і пертворювати органічні рослинні рештки на гумус. Враховуючи, ці обставини внесення гною на цих землях залишається малоефективним.

Тому виробництво біогумусу дуже актуальне та важливе питання.

Як показує практика, біогумус в 15-20 разів максимально ефективне, тому що взмозі відновлювати корисні агроекологічні показники ґрунту, знижуються різноманітні ризики, покращується імунітет та урожайності сільськогосподарських культур.

Актуальність. З підвищенням антропогенного тиску на грунти сільськогосподарського призначення та зниження агроекологічних показників, а також враховуючи необхідність утилізації великих обємів рослинних решток, виникає необхідність пошуку екологічних шляхів вирішення цих важливих та актуальних питань. Наразі перспективним екологічним напрямком поновлення гумусового шару можливо за рахунок вермикультивування за утилізації рослинних рештоки.

Метою роботи визначення впливу органо-мінерального компосту на продуктивність вермибіоти червоного каліфорнійського червяка та встановлення якісних показників біогумусу, що утворивс в результаті біоконверсії.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити наукову літературу з даного питання;
- провести фізико-географічний аналіз району досліджень;
- провести польові та лабораторні дослідження, а також розробити оптимального складу органо-мінерального компосту, виготовленого на основі рослинних рештків, що буде оптимальним для вермикомпостування;
- розробка методів вирощування каліфорнійського червоного черв’яка і виробництво біогумусу;
- визначення якісних показників біогумусу.

Об’єкт дослідження. Органічні рослинні рештки, органо-мінеральний компост, каліфорнійські червоні черв’яки, органічні добрива.

Предмет дослідження. Способи утилізації рослинних решток за рахунок вермикомпостування, виготовлення біогумусу.

Методи дослідження – польовий дослід, лабораторні методи за загальноприйнятими методиками, статистичні методи.

Інформаційною базою роботи є законодавчі та інші інформаційно-правові акти України, з питань охорони навколишнього середовища, матеріали науково-практичних конференцій з проблем екологічної політики

та захисту довкілля; матеріали державних органів статистики, СФГ «Рябенко С.К.», власні дослідження та спостереження.

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах СФГ «Рябенко С.К.» здійснено комплексне дослідження по визначенню оптимального органо-мінерального компосту для вермикультивування та виробництво біогумусу, що дозволить здійснити екологізацію сільськогосподарського виробництва.

Наукова і практична значимість одержаних результатів. Доведено, що в процесі біоконверсії при вирощуванні вермикультури, важливим показником виготовлення біогумусу є склад органо-мінерального компосту, що впливає на якісні параметри виробленого органічного добрива. Обгрунтовано екологічні шляхи утилізації рослинних решток та напрямки застосування біогумусу у сільськогосподарському виробництві.

Особистий внесок здобувача. Магістерська робота самостійно виконаним науковим дослідженням. Усі розробки і пропозиції, що містяться в роботі, належать особисто автору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: дослідження проводились узгоджено з напрямком наукової діяльності кафедри Екології та ОНС ЦНТУ.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень оприлюднювалися на І Міжнародній студентській науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» 19-20 листопада 2020. Основні положення роботи опубліковані у матеріалах І Міжнародної студентської науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» 19-20 листопада 2020, «Біогумус-альтернативне екологічно безпечне органічне добриво».

РОЗДІЛ 1

БІОКОНВЕРСІЯ, ЯК НАПРЯМОК ЕКОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ДОБРИВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

1.1 Агроекологічне значення вермибіоти

Черв'яки представлені в навколишньому середовищі безхребетними тваринами, що належать до родини грунтових малощетинкових черв'яків Lumbricidae, ряду вищих малощетинкових Lumbricomorpha, порядку Opisthopora, класу малощетинкових Oligochaeta, підтипу пояскових Clitellata, типу кільчатих Annelida, царству тварин Animalia [1, 2].

Дощові (земляні) черв’яки - великі безхребетні грунтові тварини - сапрофаги, що живляться рослинними рештками. У грунтах нашої країни їх налічується близько 97 видів. Пропускаючи через свій кишечник велику масу відмерлих рослинних тканин, сапрофаги їх руйнують, перетравлюють і перемішують із землею. Їм же належить заслуга в переробці компостів, які через деякий час перетворюються в сипучий, пухкий, що складається майже виключно з гранульованих екскрементів черв'яків матеріал. Це - водотривкі, водоємні, гідрофільні структури, які становлять у грунті найбільш цінні форми гумусу і є центрами мікробіологічної активності. Справа в тому, що в кишечнику черв'яків розвиваються процеси полімеризації низькомолекулярних продуктів розпаду органічних речовин і формуються молекули гумінових кислот, що утворюють комплексні сполуки з мінеральними компонентами грунту, перш за все з кальцієм (гумат кальцію), що довго зберігаються та оструктурюють грунт, і запобігає вітровій і водній ерозії.

Черв’яки, з грунтового середовища, поглинають не тільки перегній, але і бактерії, водорості, гриби, та найпростіші організми тваринного світу і нематод.

На одному гектарі орного шару, загальна жива маса складає в межах 5-10 т, а на гноєвих компостах або на удобреному гноєм грунті кількість мікроорганізмів ще більше. Грунтова мікрофлора та мікрофауна є основним джерелом білкового харчування дощових черв'яків, яка майже повністю перетравлюється в їх харчовому тракті і практично відсутня в копролітах, але натомість там міститься величезна кількість особистої корисної кишкової мікрофлори, що містить в собі велику кількість найрізноманітніших ферментів, антибіотиків, амінокислот, вітамінів, інших біологічно активних речовин, та здатні знезаражувати негативну мікрофлору.

Грунтове середовище можна уявити собі, як живий організм, де мікроорганізми закріплюють хімічні елементи у своїх клітинах, а черв'яки в процесі життєдіяльності виводять ці елементи з органічної біомаси рослин і мікробної біомаси.

В результаті колообігу речовин, червяки виконують роль регуляторів діяльності мікроорганізмів, санітарів та дезодораторів грунту, а також сприяють збагаченю грунту азотом, фосфором, калієм та мікроелементами.

За високої концентрації червяків в компостах, відбувається активне перетворення рослинних решток у високоефективне гумусне добриво, що у природних популяціях черв'яків забезпечує вміст гумусу у копролітах в межах 11 - 15%, а у синтетичних опуляціях до 35%.

До корисних для сільського господарства особливостей черв'яків відносять наступні (рис 1.1.):

Рис. 1.1. - Грунтові функції дощових червяків

Ця особливість пов'язана із здатністю утворювати, меліорувати та структуризацію грунту. Протягом літа популяція з 100 червяків здатна на 1 $м^3$ прокласти в грунті в межах одного кілометру ходів, роблячи його пухким та водо-і повітропроникним, а якщо щільність популяції черв'яків більше, то і користь від них буде більшою. Важливо зазначити, що ніякі тварини та надсучасні агромеліоративні прийоми не взмозі виконати ті важливі функції для грунтового середовища, що виконують черв’яки, оскільки вони, щорічно утилізуючи великі об’єми органічної біомаси як рослин так і тварин, і створюють сприятливіші умови для всього живого на планеті та говорить про те що наявність дощових черв'яків є природним показником здоров'я і родючості грунту.

За харчовою класифікацією дощові черв'яки поділяють на 3 категорії рис 1.2 [3]:

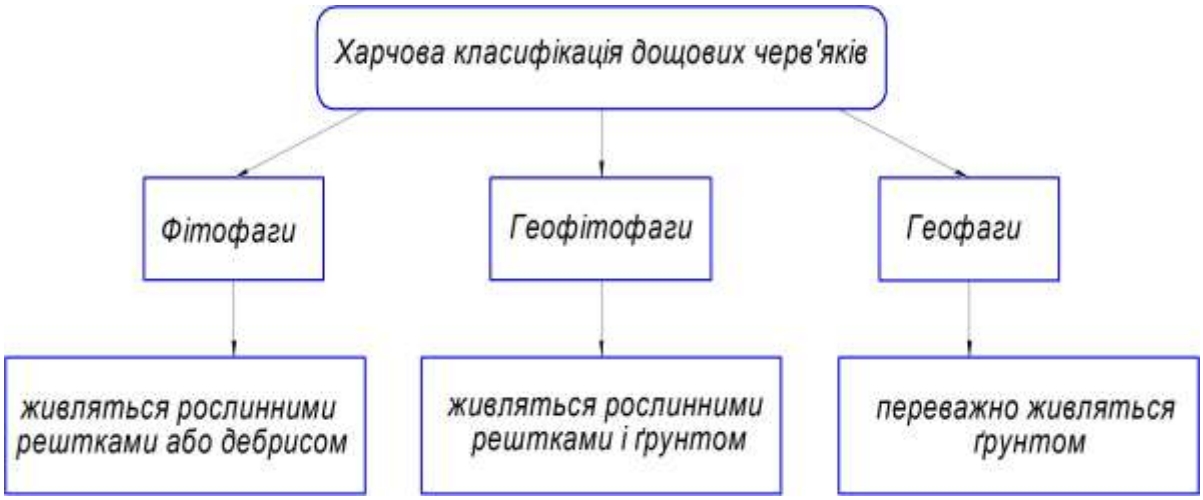

Рис. 1.2. – Харчова класифікація дощових червяків

А за середовищем проживання дощові черв'яки мають наступну класифікація - епігеїки, анецики і ендогеїки [4].

Епігеїки - групи черв'яків, що мешкають в органічних горизонтах ґрунту або на поверхні ґрунту в органічних відходах чи в рослинних рештках. До групи цих черв'яків відносяться наступні види компостних черв'яків: Lumbricus rubellus, Eisenia fetida, Eisenia andrei, Eiseniella tetraedra

та ін. До особливостей життєдіяльності цієї групи черв'яків можна віднести наступне: не будують постійних норок, проживають у верхніх шарах ґрунту, де багато органічної речовини, особливо в листі.

Представники цієї групи черв'яків є фітофагами і гумусоутворювачами та широко використовують для вермикомпостування, оскільки вони легко проживають і розмножуються в штучних умовах [4, 5].

Основним представником родини Lumbricidae є каліфорнійський червоний черв'як.

Морфологічна характеристика каліфорнійського червоного черв'яка складається з олігохет довге тіла, циліндричного, довжина в межах 40-130 мм та ширина 2-4 мм з кількістю сегментів від 80 до 120 і більше (рис. 1.3).

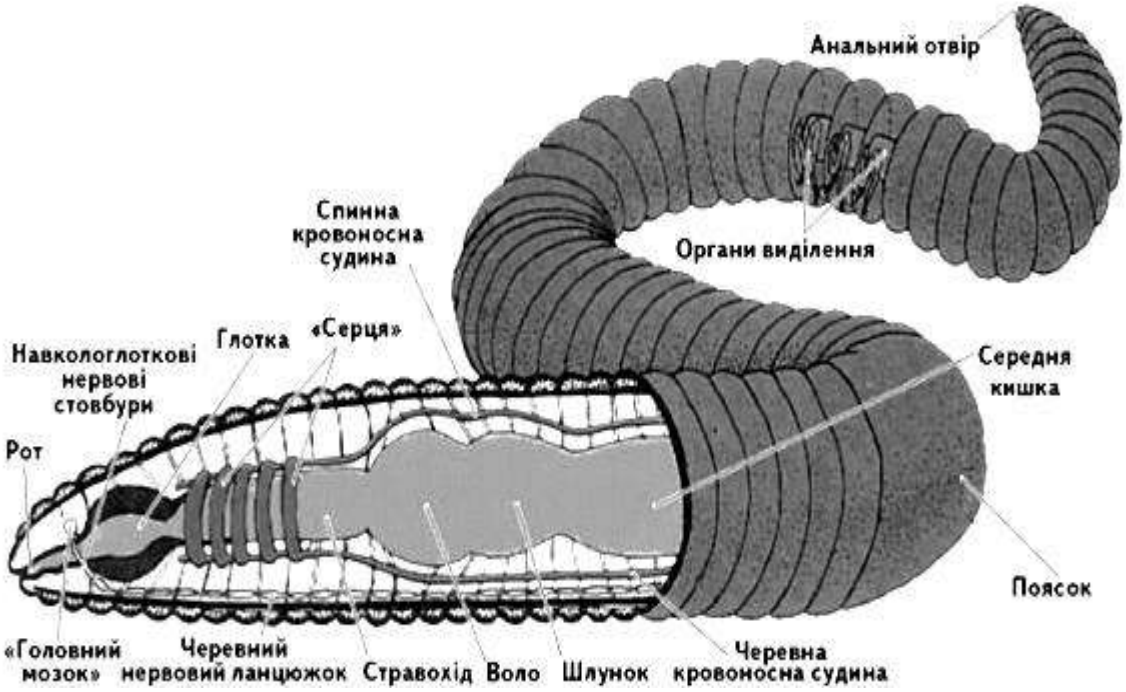

Рис. 1.3 – Будова червоного каліфорнійського черв'яка

Каліфорнійські черв'яки мають пурпурову пігментацію у вигляді широких поперечних смуг, розділених вужчими непігментованими ділянками покривів. На першому сегменті у каліфорнійського червоного

черв'яка розташований ротовий отвір, над яким нависає виступ - головна лопать, яка має форму епілобічного типу. Перший сегмент позбавлений щетинок, на інших – щетинки сильно зближені попарно. Жіночі статеві отвори червоного каліфорнійського черв'яка дуже дрібні, розташовуться на 14-му сегменті. Чоловічі статеві отвори на 15-му сегменті оточені добре розвинутими залозистими полями. Пасок розташований з 26-27 по 31-32 сегмент. Пубертатні валики - з 28 (рідше з 29) по 30-31 сегмент, частково можуть заходити на 27 сегмент. Чотири пари сім'яних мішків розміщені у 9-12 сегментах. Дві пари сім'яприймачів відкриваються у міжсегментні борозенки 9/10, 10/11 у лінії спинних пор. Тип розташування м'язових волокон червоного каліфорнійського черв'яка у поздовжній мускулатурі - перехідний [6, 7, 8].

Компостних черв'яків-епігейок використовують для вермикомпостування, тому що вони дуже активні у вермикультурі і швидко поглинають великі об’єми органіки, що знаходиться близько поверхні вермисистеми [9]. Найрозповсюдженіший вид, що використовують у вермикомпостуванні це каліфорнійський червоний черв'як, вид набув широкого розповсюдження, оскільки має широкий діапазон за тепературними режимами та вологості [10]. Оптимальною температурою для вермикультури для каліфорнійського червоного черв'яка складає 25 °С при вологість – 85 % та pH – 5-9.

За таких умовах тривалість всього життєвого циклу починаючи від кокона до дорослої особини вермикультури складає 45-51 діб.

Статева зрілість вермикультури коливається в межах від 21 до 30 діб при середній масі дорослої вермикультури 0,55 г. Особини вермикультури відкладають кокони через 48 год після спарювання при швидкості відкладання 0,35-0,5 на день при середній величині коконів 4,85 мм×2,82 мм.

Інкубація коливається від 18 до 26 днів, при життєздатності новонарожених черв'яків 72–82%, тоді як середня тривалість життя складає 594 доби за температури 18 ºС та 589 доби при температурі 28 ºС [11, 12].

На репродуктивну спроможність каліфорнійського черв’яка впливають температурні показники, екологічний оптимум яких складає від +20 до +25 ºС, тоді як при пониженні температури до 10-15ºС не відбувається процес запліднення яйця або розвитку зародка, що сповільнює безпосередній процес вермикомпостування. Оптимальним субстратом для життєдіяльності вермикультури є суміш з вмістом білка не більше 9,0 % при pH 6,8-7,2 за щільності заселення в межах 250 тис. шт/м^2 [13].

1.2. Вермикомпостування, як оптимальний спосіб біоконверсії рослинних решток

Процеси перетворення речовин та енергій під впливом живих організмів або ж у їхніх клітинах називаэться біоконве́рсією.

Керовані технологічні процеси, що відбуваються за участі мікроорганізмів, рослинних або тваринних кліток, і ферментів відносяться до біотехнологічних технологій.

До переваг біотехнологічних процесів можна віднести відсутність застосовування високі температур і тиску, а також хімічні речовини, що утворюються в результаті ферментативних реакцій, безпечні для людини і не впливають на довкілля. У порівнняні до інших технологічних процесів, біотехнологічні мають простіше технічне рішення [16].

До біотехнологічних операції, в результаті яких відбувається утилізація органічних відходів відносять [17, 18, 19]: аеробна ферментація, анаеробна ферментація, вермикультивування, вирощування личинок синантропних мух та культивування мікроводорослів.

Для утилізації рослинних решків та виробництва органічного добрива біогумусу і підвищення за рахунок нього агроекологічних показників грунтового середовища необхідно застосовувати вермикультивування.

Вермикультура (від лат. Vermi – черв'як) – це промислове вирощування черв'яків для поліпшення ґрунту та підвищення врожайності.

В результаті життєдіяльності каліфорнійських червоних червяків відувається перетворення рослинних решток у екологічно безпечне добриво - біоґумусу, що містить коплекс макро- і мікроелементів для сільськогосподарських рослин [20, 21, 22, 23].

Вермитехнології розглядають як один із головних складових альтернативного землеробства, оскільки за рахунок її застосування у агрокосистемі підвищується її продуктивність, підтримується екологічна стійкость і саморегуляція [24, 25, 26].

Технологічний процес вермикомпостування відноситься до маловідходних технологій, в результаті якого утворюється біогумус - екологічно безпечне органічне біологічноактивне добриво, що має наступні агрономічно цінні властивості: гомогенне, висока водоутримуюча здатність, корисна мікрофлора тощо. За дослідженнями Романова Е.М., кількість гумусу у зрілому вермикомпості складає в межах 10-20% [24, 26, 27].

В результаті життєдіяльності червяків, органічні речовини перетворюються на копроліти (збагачені біологічно активними сполуками, гуміновими речовинами, корисною мікрофлорою), органічне добриво, такзванй біогумус, за рахунок якого відбувається поліпшення показників родючості грунту, та у такому вигляді воно буде більш доступним для рослин [27].

Також, важливо відзначити, що за своїми фізичними та хімічними властивостями, біогумус близький до природного ґрунтового гумусу [29].

До цінних фізичних властивостей біогумусу відносять наступні: високу вологоємність, вологостійкість, механічну міцність, сипучість, технологічність використання; вміст азоту у пять разів вищий ніж у грунті, тоді як фосфору – в 7 разів, а калію – в 11 разів, а також в ньому міститься різна корисна мікрофлора, яка представлена актиноміцетами, бактеріями-амоніфікаторами, нітрифікаторами, деструкторами целюлози тощо, а також розчинни органічних та мінеральних фосфатів. За рахунок чого в грунтах

розвиваються корисні мікробні асоціацій та пригнічується життєдіяльність патогенних мікроорганізмів та організмів (сальмонел).

Також, в біогумусі міститься велика кількість специфічних речовини або лумбрицини, які виробляють черв’яки: ауксини, гіберелліни та інші фітогормони [30, 31, 32].

У промислових умовах процес вермикомпостування розподіляють на три головних етапи [33]:

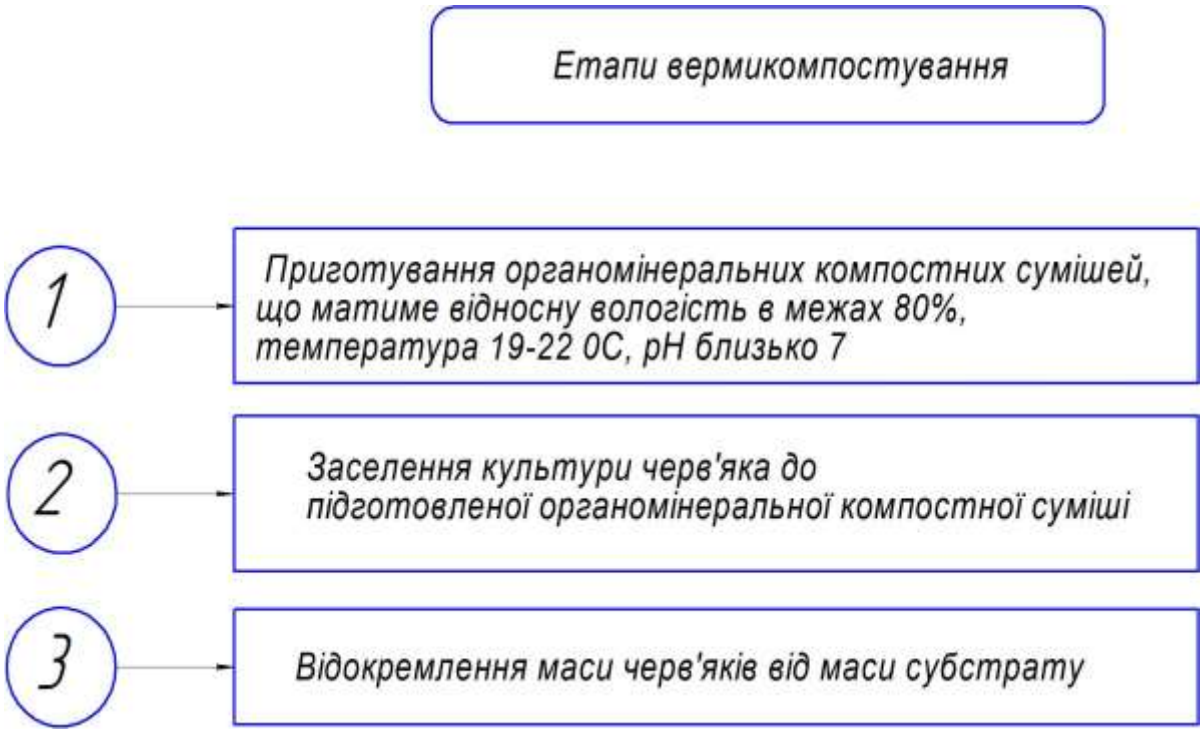

Рис 1.4. – Етапи вермикомпостування

На першому етапі процесу вермикомпостування готують органомінеральні компостні суміші, а саме органічні відходи і наповнювач міксують та проводять зволоження до 70-80%. Підготовлений субстрат представляє собою суміш з відносною вологість в межах 80%, біомаса однорідна за кольором, температура якої знаходиться в межах 19-22 ^{0}С, pH близько 7. Головною умовою для проходження процесу біоконверсії за короткий час є попереднє подрібнення органічних решток [34].

На другому етапі передбачено заселення культури черв’яка до підготовленої органо-мінеральної компостної суміші.

Час компостування знаходиться в межах 1-3 місяці, з урахуванням виду органічних решток [35].

Третій етап передбачає відокремлення маси черв’яків від маси субстрату.

Технологія вермикомпостування основана на харчових ланцюгах черв'яків, що забезпечує утворення екологічно безпечного, без полютантового, цінного органічного добрива.

На сьогоднішній день, метод утилізації решток рослинної біомаси при допомозі черв'яків, актуальний, оскільки в даному процесі не застосовуються хімічні речовини, і він повністю екологічний і не забруднює довкілля [36].

Значення органічних добрив у сучасному землеробстві зросло, оскільки активно посилюються процеси мінералізації органічної речовини в ґрунті, тому що у сівозміні частки просапних культур зростає з кожним роком, негативним впливом на ґрунт важкої сільськогосподарської техніки та механізмів, підвищенням доз застосування засобів хімізації за одночасного зменшення внесення гною, а також ерозійними процесами ґрунтів [37]. Необхідність удобрення органічними добривами пов'язана із внесенням великої кількості поживних речовин, що наявні у їх складі, а також меліоруючою дією, оскільки вони є одним із основних джерел відтворення гумусу у ґрунті, тому що природніх червяків у грунтовому середовищі мало і вони не здатні повноцінно виконувати свої екологічні функції, то відповідно необхідно застосовувати здобутки біотехнології [38].

До основних причин зниження чи загибелі популяції вемибіоти відносяться: деградація грунтового середовища, за рахунок природних або антропогенних суксесій, погіршення стану, складу та корисних властивостей і функцій грунтів та інших органічно пов'язаних із землею природних компонентів [39].

Забруднення та деградація грунтів, відіграють важливу роль в

розмноженні та нормальному функціонуванні популяції, оскільки в грунтах відбувається накопичення речовин, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості, а також антропогенне втручання [40, 41].

Отже, враховуючи данні літературних джерел важливим питанням на сьогодні є виробництво біогумусу за рахунок вермикультури на основі біотехнологій, що сприятиме збільшеню вмісту гумусу та підвищуть родючість грунтів екологічними методами.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1.Організаційно-економічні умови господарства

Селянсько - фермерське господарство «Рябенко С.К.» розташоване в Кіровоградській області Компаніївського району.

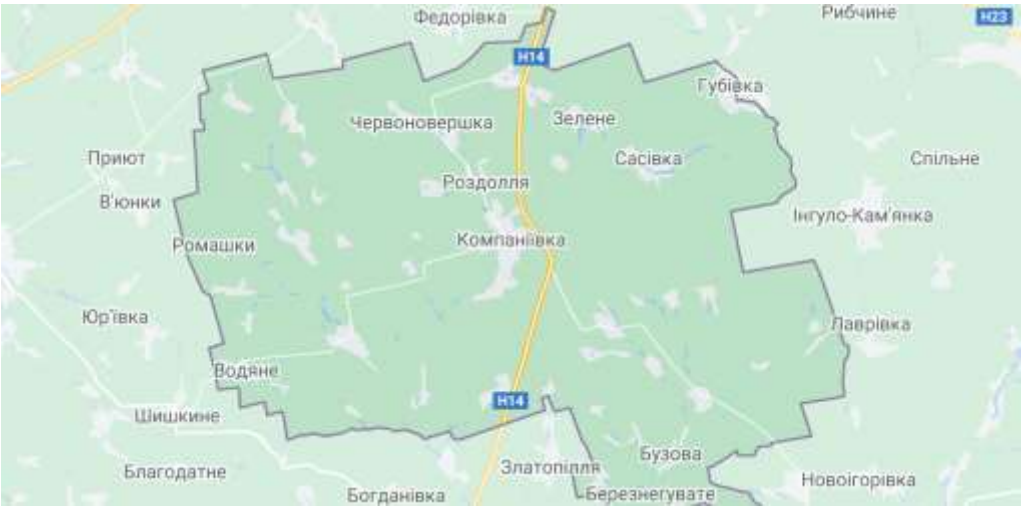

Рис.2.1.1 Карта смт. Компаніївка Компаніївського району Кіровоградської області

Землекористування господарства сформовано в результаті оренди земель державної та приватної власності на підставі відповідних договорів оренди земельних ділянок.

За господарством закріплено 1221,33 га, де рілля займає –1216,81 га, перелоги – 0 га, багаторічні насадження (сади) –0 га, сіножаті –0 га, пасовища –0 га, під господарськими будівлями і дворами – 4,52 гектара. На 15-ти відокремлених земельних масивах розташовані землі господарства.

Рельєф рівнинний з нечисленними западинами. Масиви орних земель компактні. В таблиці в табл. 2.1. наведена структура земельних угідь господарства

Таблиця 2.1-Структура земельних угідь СФГ «Рябенко С.К.»

Назва угідь	Площа, га	%
Рілля	1216,81	99,6
Багаторічні насадження	0	0
Дороги	0	0
Інші землі	4,52	0,37
Всього угідь	1221,33	100

Загальний напрям розвитку господарства – рослинництво, а саме: вирощування зернових та технічних культур.

Земельні ресурси Кіровоградщини перебувають у досить складному стані, оскільки земельний фонд області характеризується високим рівнем освоєння.

Внаслідок активної сільськогосподарської діяльності відбувається інтенсивний розвиток ерозійних процесів, ущільнення орного шару ґрунту, зниження його родючості, ослаблення стійкості природних ландшафтів. Сучасний стан ґрунтового покриву досяг критичного рівня і перебуває на межі виснаження. Це обумовлено тривалим екстенсивним використанням земельних угідь, і, особливо, ріллі, що не компенсувалося рівнозначними заходами з відтворення родючості грунтів, посилення процесів деградації ґрунтового покриву, що зумовлено техногенним забрудненням.

Ерозійні процеси зумовлюють не тільки зменшення гумусу в поверхні, але й зменшення його запасів в метровому шарі в порівнянні з незмитими аналогами.

Ґрунтовий покрив формується залежно від кліматичних умов, рельєфу місцевості, рослинності, глибини залягання ґрунтових вод і визначає його характер.

На території господарства природна рослинність не збереглася, та повністю замінені сільськогосподарськими культурами.

Структура посівних площ в господарстві в основному представлена ріпак озимий, пшениця озима, соняшник, кукурудза на зерно, соя, озимий та ярий ячмінь (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Структура сівозмін у СФГ «Рябенко С.К.»

Польова сівозміна №1	Польова сівозміна № 2
1. Соняшник	1.Соя
2. Озима пшениця	2.Озима пшениця
3.Соняшник	3. Озимий ріпак
4. Ярий ячмінь	4.Озимий ячмінь
5.Кукурудза на зерно	5. Соняшник
	6. Кукурудза на зерно

Однак, навіть пропоноване чергування культур у господарстві не завжди дотримується. В той же час сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні передбачати комплексну дію всіх їх складових, які забезпечать максимальну реалізацію генетичного потенціалу сорту.

Серед цього комплексу важливе місце займають попередники. Ігнорування сівозміною, насичення її окремими культурами, порушення системи живлення, регламентів застосування пестицидів та інші заходи можуть порушити біологічну рівновагу ґрунту, сприяти накопиченню специфічних фітопатогенних мікроорганізмів, появі токсичності, що знижує продуктивність рослин, особливо при беззмінній культурі.

Отже, за беззмінної культури в господарстві розвивається і посилюється вплив негативних біохімічних, хімічних і фізичних факторів, що спричиняє явище ґрунтовтоми і, як наслідок, зниження продуктивності рослин.

Територія господарства є складовою частиною першого підрайону області: теплого та помірно зволоженого з гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Селянинова 1,10 од. За останні 20 років в середньому за рік сума опадів складає 544 мм, в т.ч. за вегетаційний період 331 мм (табл. 2.3).

Джерелом надходження вологи у ґрунт на території господарства є атмосферні опади, тому від її накопичення залежать запаси ґрунтової вологи

та відповідно водоспоживання сільськогосподарських культур, їх ріст, розвиток та врожайність.

Таблиця 2.3 - Агрометеорологічні показники періоду проведення досліджень (за даними метеопоста Кіровоградського ГМЦ)

Показник		Місяці						квітень - вересень
		квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
Середньодобова температура повітря, °С	2018	15,0	20,8	22,9	23,7	25,4	18,9	22,3
	2019	10,1	17,5	23,0	20,7	21,1	16,3	18,1
	2020	9,1	13,2	21,5	22,5	21,8	18,5	17,8
	середньо-багаторічні	8,9	15,3	18,6	20,0	19,4	14,7	16,2
Сума опадів, мм	2018	10	26	29	141	12	73	291
	2019	37	54	27	24	16	20	178
	2020	6	82	37	29	0	58	212
	середньо-багаторічні	36,0	45,0	66,0	72,0	48,0	38,0	305,0

Протягом року опади розподіляються нерівномірно. Найменше їх випадає в січні-лютому і найбільше в червні - липні. Порівняно з 60-ми роками минулого століття їх кількість зросла, однак водночас посилився їх ливневий характер. Унаслідок чого ґрунти зазнають суттєвої ерозії. Зима в регіоні переважно малосніжна, з досить частими і тривалими відлигами, а тому сніговий покрив є дуже нестійким.

Що стосується температурного режиму, то він сприятливим для онтогенезу більшості районованих сільськогосподарських культур.

Найтеплішим є липень з його середньомісячною температурою 20,0ºС, яка в окремі роки сягає 41ºС, а найхолодніший – січень, -5,7 та - 36ºС відповідно.

Перехід через 0ºС відбувається навесні у ІІ декаді березня і восени у ІІІ декаді листопада, через 5ºС, відповідно, в І декаді квітня та І декаді листопада і через 10ºС, відповідно, в кінці ІІ декади квітня та ІІ декади жовтня.

Сума активних температур за останні 20 років також зросла і становить 2996ºС, що дозволяє вирощувати сорти і гібриди сільськогосподарських культур з ФАО у 350-400 одиниць.

Без морозний період коливається в межах 160-180 діб.

Протягом року вітри бувають різних напрямків але переважаючими у холодну пору року є північно-західні, а в теплу – західні і північні. Особливо несприятливою є роза вітрів навесні, коли переважають східні та південно-східні вітри з низькою вологістю. Унаслідок чого поверхня ґрунту дуже часто швидко пересихає.

В умовах Кіровоградської області основним чинником, що лімітує урожай сільськогосподарських культур є забезпеченість рослин продуктивною вологою. В регіоні випадає 544 мм води у вигляді дощу, снігу, роси та граду. Однак не вся волога використовується рослинами. Через випаровування протягом року втрати можуть сягати 25-30 % атмосферних опадів. Крім того значна частина їх втрачається внаслідок стоку. Залежно від крутизни схилу, його експозиції, вирощуваної культури, напрямку їх посіву та інтенсивності опадів втрати вологи можуть сягати 40-50 %. Так, на схилах південних експозицій, порівняно з північними, втрати вологи є більшими на 5 відсотків, при крутизні до 1º вони сягають 10 %, до 2º– 15%, до 3º – 21 % і до 5º – 27 %.

Отже, погодні умови території розташування господарства сприятливі для розвитку землеробства і вирощування основних сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗІВ

3.1. Методика проведення досліджень

У своїй роботі ми проводили агрохімічне дослідження ґрунту. Ми використовували наступні методики:

Визначення вмісту гумінових кислот. Визначення вмісту гумінових кислот проводили за стандартною методикою:

На першому етапі проводили екстракцію гумінових кислот, для чого наважку проби дослідного субстрату розміщують в конічні колбі обємом 250 $см^2$, доливають 50 $см^2$ лужного розчину пірофосфорнокислого натрію і перемішують за допомогою шейкера протягом 1 год. Розчин декантують, нерозчинний залишок промивають одновідсотковим розчином натрій гідроксид.

На другому етапі проводили осадження гумінових кислот, для цього проводили фільтрацію загального екстракту і вимірювали об’єм отриманого фільтрату. Для осадження гумінових кислот, з фільтрату піпеткою відбирають 25 $см^3$ розчину, в хімічний стакан і додають розчин соляної кислоти обємом 30 $см^3$. Одержаний осад гумінових кислот відділяємо від розчину фільтруванням і промиваємо його водою по появі жовтуватого забарвлення.

Розчин соляної кислоти в обємі 5 $см^3$ додаємо в робочий розчин для додаткового осадження гумінових кислот.

На третьому етапі проводимо сушіння зразка. Осад, що одержали фільтруємо через попередньо зважений беззольний фільтр і поміщаємо в бюкс, попередньо висушений при 80° С і зважений.

Бюкс з фільтром та залишком поміщаємо до сушильної шафи при температурі 80° С сушать до постійної маси. Проводимо контрольне просушування, а далі проводимо озолення, протягом 1-2 годин, в муфельній печі при температурі (600±15)°С.

Після озолення та охолодження до кімнатної температури, проводиться зважування. Загальний вихід гумінових кислот обчислюють за формулою:

$$ГК=(m_1-m_2)*V*100/V_1m_3$$

де m_1 – маса висушених гумінових кислот, г

m_2 – маса зольного залишку гумінових кислот, г

V- загальний об'єм лужного розчину, $см^3$

V_1 – об'єм відібраного лужного розчину, $см^3$

m_3 – маса наважки в перерахунку на беззольний стан, г, що розраховують по формулі :

$$m_3=m_4((100-A)/100),$$

де m_3 – маса наважки, г

А – зольність гумусу у відсотках від маси абсолютно сухого вермикомпосту, %.

Визначення гумусу в ґрунті за методом І.В.Тюріна:

Обладнання: зразки ґрунту,ступка, сито з діаметром отворів 0,25 мм, електронна вага, бюретка, дві конічні колби місткістю 100 мл, електрична плитка з азбестовою сіткою, промивалка.

Реактиви: 0,4н розчин хромової кислоти (біхромату калію) $K_2Cr_2O_7$ у розведеній (1:1) H_2SO_4; 0,2н розчин солі Мора; розчин дифеніламіну (приготування: 0,5 г дифеніламіну розчинити в 100 мл концентрованої сірчаної кислоти і до цього розчину обережно долити 20 мл дистильованої води).

Суть методу полягає на окисленні вуглецю гумусу 0,4н розчином біхромату калію ($K_2Cr_2O_7$), приготовленого на концентрованій сірчаній кислоті, розведеній у воді в об'ємному співвідношенні 1:1. Для окислення гумусу до наважки ґрунту приливають надлишок розчину хромової суміші, що необхідно для повного окислення вуглецю органічних сполук. Кількість кисню, витраченого на окислення вуглецю гумусу, визначають за різницею між кількістю хромової суміші, взятої для окислення і її надлишком, який не використано. Реакція відбувається за таким рівнянням:

$$2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + 3C\ (гумусу) = 7Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 8H_2O + CO_2$$

Надлишок кисню, не витраченого на окислення вуглецю гумусу, визначається за окисленням солі закису заліза, яка входить до складу солі Мора[$FeSO_4(NH_4)2SO_46H_2O$]. Реакція зворотного титрування сіллю Мора з індикатором дифеніламіном відбувається за рівнянням:

$$6FeSO_4(NH_4)2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 +$$
$$+6(NH_4)2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

Цим методом не можна визначити гумус в ґрунтах, засолених хлоридами, які містять закисне залізо і велику кількість марганцю, бо результати аналізу будуть завищені. Наявність в ґрунті карбонатів не перешкоджає визначенню вмісту гумусу.

Хід визначення:

1. З підготовленого для визначення гумусу ґрунту беруть наважку на аналітичній або електронній вазі. Величина її залежить від передбачуваного вмісту гумусу в ґрунті.

2. Наважку ґрунту беруть із зразка, просіяного крізь сито з діаметром отворів 0,25 мм. Просівати треба весь зразок, щоб не було відсівання різних його фракцій з різним вмістом перегною. Обережно, не розсипаючи, висипають на дно конічної колби об’ємом 100 мл наважку ґрунту.

3. Вливають у колбу з ґрунтом з бюретки точно 10мл 0,4н розчину $K_2Cr_2O_7$ розчиненого в розведеній (1:1) сірчаній кислоті. Вміст обережно перемішують круговими рухами колби.

4. Колбу закривають лійкою і ставлять на попередньо нагріту електричну плитку з азбестовою сіткою під витяжною шафою. З моменту появи бульбочок газу розчин повинен кипіти протягом 5 хв. Слідкують за колбою і не допускають бурного кипіння. Інакше збільшиться концентрація сірчаної кислоти, що може привести до розпаду хромової кислоти, а відтак і до неправильних результатів.

Якщо при кипінні розчин хромової суміші позеленів, то потрібно повторити визначення, зменшивши наважку ґрунту або збільшивши об’єм

хромової суміші, взятої для окислення. Після закінчення кип'ятіння колбу знімають з плитки і охолоджують у витяжній шафі. Лійку, а також стінки колби змивають дистильованою водою з промивалки, витративши для цього 25-30 мл води.

5. Розчин переносять через лійку у конічну колбу місткістю 250 мл, змиваючи декілька разів дистильованою водою до об'єму 100-150 мл.

6. До розчину додають 10 крапель 85%-ної ортофосфорної кислоти (H_3PO_4) і стільки ж крапель дифеніламіну, все ретельно перемішують і титрують 0,2 н розчином солі Мора до переходу червоно-бурого забарвлення через синє та брудно-фіолетове в темно-зелене. Після того, як розчин забарвиться в фіолетовий колір, титрувати необхідно дуже обережно, додаючи розчин солі Мора по одній краплі і старанно розмішувати титровану рідину, оскільки перехід на синє і зелене відбувається від 1-2 крапель.

7. По закінченні титрування відмічають і записують число мілілітрів солі Мора, яке пішло на титрування залишку біхромату калію.

8. Паралельно проводять холосте визначення. Всі операції виконують так, як і при аналізі ґрунту, лише замість наважки ґрунту в колбу беруть на кінчику тонкого шпателя трошки накаленої пемзи, піску або лесу для рівномірного кипіння. Різниця між холостим і дослідним титруванням має бути не менше 3-4 і не більше 8-10 мл 0,2 н розчину солі Мора. За порушення цього правила слід змінити наважку ґрунту. Тоді при повторному визначенні у першому випадку наважку ґрунту треба збільшити у 2-3 рази, а в другому – зменшити у 1,5-2 рази.

9. Вміст гумусу вираховують за формулою:

$$A=(a-в)*K_м*0,0010362*100*КГ/Р;\ де$$

А – вміст гумусу в ґрунті, %;

а – кількість солі Мора, витраченої на холосте титрування 10 мл біхромату калію, мл;

в – кількість солі Мора, витраченої на титрування залишку біхромату калію, мл;

Р – наважка повітряно-сухого ґрунту, г;

Км – поправка до титру солі Мора (0,98);

0,0010362 – маса гумусу, яку окислює хромова суміш, що відповідає 2 мл 0,2 н солі Мора, г;

КГ – коефіцієнт гігроскопічної вологи.

Вміст загального органічного вуглецю чи вуглецю гумусу і відсотках від маси сухого ґрунту, розраховують за формулою:

$$C(\%)=(a-в)*Нм*Км*0,003*100*КГ/Р,$$ де

Нм – нормальність солі Мора;

0,003 – значення міліеквівалента вуглецю, г

Визначення кислотності ґрунту: Обладнання і реактиви: зразки ґрунту; фарфорові чашки; лакмусові папірці, електронна вага, лійка, штатив з тримачами, колба, мірна піпетка на 50 мл, 1,0 н. оцтовокислий натрій (CH3COONa) pH=8,0-8,2, 0,1 н розчин NaOH, 1%- ий розчин фенолфталеїну.

Кислотність грунту викликається водневими іонами, які можуть бути у вільному стані в ґрунтовому розчині або увібрані ґрунтовими колоїдами. В останньому випадку іони водню можуть бути витіснені з увібраного стану якими-небудь солями (наприклад, KCl). Наявність у грунті увібраного водню значно погіршує його властивості і грунт обезструктурюється, з нього досить легко вимиваються необхідні для рослин поживні речовини, родючість грунту різко знижується.

Кислотність грунту виражається величиною pH, яка є негативним логарифмом концентрації водневих іонів. Нейтральний розчин має pH, що дорівнює 7; величина pH, менша 7, свідчить про кислу реакцію, а більша 7 – про лужну.

Кислотність грунту поділяють на активну, зумовлену наявністю в грунті вільних кислот (вільних іонів водню), і потенціальну, зв’язану з наявністю в грунті в увібраному стані іонів водню. Остання залежно від рухомості водню поділяється на обмінну і гідролітичну. Обмінна кислотність – це та частина потенціальної кислотності, яка виявляється при взаємодії

грунту з розчином нейтральних солей, а гідролітична – та частина потенціальної кислотності, яка проявляється при взаємодії грунту з гідролітично лужними солями. Тому, гідролітична кислотність, як правило, вища від інших видів ґрунтової кислотності.

Кислотність грунту визначають у водних (активну к-ть) і сольових (потенціальну к-ть) витяжках.

А) Визначення реакції грунту з допомогою лакмусового папірця

Хід роботи:

1. У фарфорову чашку покласти червоний і синій лакмусові папірці і засипати їх на третину або на половину ґрунтом.

2. Зволожити грунт дистильованою водою і залишити чашку стояти на 10-15 хв.

3. Вийняти лакмусові папірці і за їх забарвленням встановити реакцію грунту, знаючи, що коли синій лакмусовий папірець почервонів, то грунт має кислу реакцію, а якщо червоний папірець посинів, то реакція нейтральна.

Б) Визначення гідролітичної кислотності

Хід роботи:

1. Взяти наважку 40 г повітряно-сухого грунту, просіяного крізь сито з діаметром отворів 1 мм.

2. Висипати грунт у колбу на 250 мл, долити 100 мл 1,0 н розчину ацетату натрію (CH3COONa).

3. Збовтати вміст колби протягом 1 години або відстоювати 24 год.

4. Профільтрувати цю суспензію (першу порцію фільтрату відкидають). Перед фільтруванням ще раз добре збовтати її і відразу перенести грунт на фільтр. Якщо фільтрат буде каламутний, то пропустити його ще раз крізь той самий фільтр з ґрунтом.

5. Мірною піпеткою взяти 50 мл фільтрату і перенести у колбу.

6. Долити в стакан 3-4 краплі фенолфталеїну і титрувати розчин 0,1 н розчином лугу (NaOH) до блідо-рожевого забарвлення.

7. Обчислити гідролітичну кислотність за формулою:

$$H=a\ 5\ 1{,}75\ 0{,}1$$

де а – кількість 0,1 н лугу, витраченого на титрування, мл;

5 – множник для обчислення результатів на 100 г грунту;

1,75 – коефіцієнт, який вводять для поправки на неповне витіснення іонів водню при одноразовій обробці грунту розчином оцтовокислого натрію. Встановлено, що дійсна величина гідролітичної кислотності в середньому в 1,75 рази (від 1,75 до 2) більша, ніж величина, одержана при одноразовій обробці грунту описаним вище методом;

0,1 – знаменник, введений для перерахунку кількості іонів водню, мг-екв

Визначення вологості.

Визначення вологості проводили за стандартною методикою за допомогою сушильної шафи та пронумерованих бюксів. Після кожного висушування зразку у бюксі охолоджують в ексикаторі із хлористим кальцієм до температури навколишнього середовища та зважують.

Вологість зразку визначили як відношення маси води, вилученої із нього висушуванням до постійної маси, до маси висушеного компосту.

$$W=((M_3-M_1)/(M_2-M_1))100\%$$

M_1- маса бюксу

M_2- маса бюксу з компостом

M_3- маса бюксу після висушування 3 години

Визначення зольності. У попередньо прожарений і зважений тигель з кришкою помістили наважку зразку масою 2 - 4 г. Зважування проводили за допомогою аналітичних терез. Муфульна піч попередньо повинна бути нагріта до 200° С, та поступово підвищувати температуру до 600 °С. Через 3 години тигель вийняти з печі і охолодити в ексикаторі до повного охолодження. Провести контрольне зважування.

Прожарювання повторювали до тих пір, поки зміна маси не перевищувала 0,001 мг.

Зольність у відсотках від маси абсолютно сухої наважки обраховуємо за формулою:

$$A=(m_2\ (100-W))/m_1$$

де A - зольність вермикомпосту,%;

m_1 - наважка повітряно-сухого (вологого) вермикомпосту, г;

m_2 - маса золи, г;

W - вологість вермикомпосту,%.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1. Обгрунтування біотехнологічного процесу вермикомпостування

Втрати родючого шару ґрунту в Україні, щорічно, сягають майже 600 млн т, зокрема до 20 млн. тонн гумусу, а для компенсації цієї кількості гумусу необхідно вносити в межах 400 млн. тонн органічних добрив, а враховуючи те, що землеробство ведеться з повним ігноруванням закону повернення в ґрунт поживних елементів, то потреба в органічних добривах забезпечується лише на 20% .

Відновлення родючості грунту прискореним шляхом можливе за рахунок процесу біоконверсії органічних решток за допомогою каліфорнійських червоних черв'яків, тобто біотехнологічний метод штучного відтворення гумусу.

Під біогумусом розуміють легкозасвоюване, концентроване добриво, що має пролонговану та захисну від хвороб дію, засіб утворення та відновлення ґрунту, сприяє підвищеню врожайності культурних рослин в 2-2,5 разів, підвищує якість продукції за рахунок зниження концентрації полютантів, підвищення вмісту аскорбінової кислоти в продуктах харчування практично в 2-7 разів, сприяє скороченю термінів дозрівання в середньому на 10 днів, покращує життєвий потенціал збльшує енергетичну цінність продуктів і сприяє подовженню термінів зберігання.

У сухій речовині вермикомпосту міститься до 30% гумусу, N - 0,8-2,0 %, P_2O_5 0,8-2,0 %, KO 0,7-1,2 %, MgO 0,3-0,5 %, CaO 2,0-3,0 %, процентний склад залежить від поживності початкової сировини, глибини його переробки. Стимуляція процесу онтогенезу рослин, покращення якісних параметрів продукції за внесення вермикомпосту пояснюються не тільки

його хімічним складом, а також високим мікробним насиченням гумусу (2-1012 - колоній бактерій). Вермикомпост, на відміну від традиційних мінеральних добрив, за своєю дією є динамічним живим матеріалом.

Виробництво біогумусу в Україні не перевищує 300 тис. тонн в рік, що зумовлено високим рівнем ручної праці, значними витратами на підготування поживного субстрату для червів (компосту), а також відсутністю технологій та відповідного обладнання для промислового (багато-тоннажного) виробництва.

Перехід до «зелених технологій» та перехід до органічного землеробства зумовлює необхідність виробництва біогумус як однією із головних компонентів даного процесу.

Враховуючи, рослинницький напрямок дільності піддослідного господарства нами було закладено дослід по визначенню придатності до вермикомпостування рослинних решток.

Схема досліду передбачала:

І – етап – органо-мінеральної компостної суміші на основі подрібнених рослинних решток і гною ВРХ

- соняшник+гній ВРХ (1:1);
- кукурудза+гній ВРХ (1:1);
- солома зернових+гній ВРХ (1:1).

Рослинні рештки перемішували з гноєм ВРХ та зволожували до 70-80%, сприятливим фактором для зменшення часу біоконверсії органічних решток є їх попереднє подрібнення.

Закладка двокомпонентної суміші проводилася пошарово у контейнери розміром 2×1×1 м, що відповідає 2 м^3, до половини об’єму (1 м^3), тривалість досліду 100 діб.

ІІ – етап – заселення культурою червоного каліфорнійського черв'яка органо-мінеральної компостної суміші.

Заселення контейнерів вермикультурою здійснювали з розрахунку 2 сім’ї, де маса однієї сім’ї складала 1 кг (в межах 1000 особин), на 1 контейнер

проводилося після досягнення у компості сприятливих параметрів водно-повітряного і температурного режиму, що має відповідати наступним параметрам вологість субстрату 70-80%, температурний режимим 20-25^{0}С; нейтральна кислотність при pH=7-8.

III –етап передбачав відділення культури червоного каліфорнійського червяка від вермикомпосту та визначення його агрофізичних і агрохімічних показників.

Аналіз структури вермибіоти показав, що вирішальну роль, для життєдіяльності та продуктивності червоного каліфорнійського червяка відіграють харчові ресурси (рис 4.1 та додаток А).

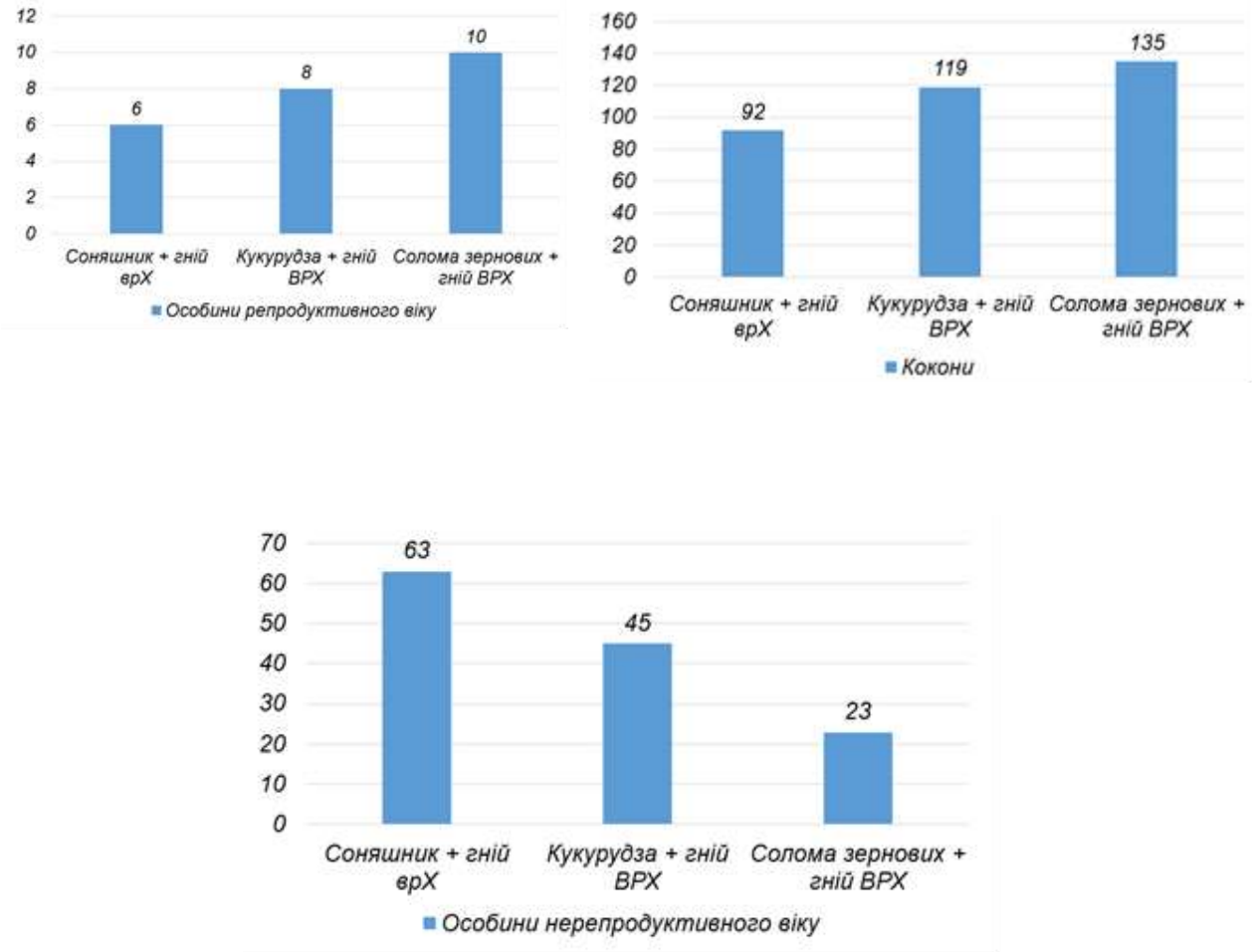

Рис. 4.1 – Структура вермикультури каліфорнійського червоного червяка залежно від органо-мінеральної компостної суміші, кг/шт. субстрату (середнє 2017-2019 рр)

Максимальна кількість особин репродуктивного віку – 10 шт, була зафіксована в органо-мінеральній компостній суміші «солома зернових+гній ВРХ» в кінці компостування. Тоді як, найнесприятливішими умовами відмічено в органо-мінеральній компостній суміші «соняшник +гній ВРХ», відповідно склало 6 шт репродуктивного віку, але в органо-мінеральній компостній суміші «кукурудза +гній ВРХ» досліджуваний параметр склав 8 шт.

Також, в наших дослідженнях ми звернули увагу на кількість коконів в субстраті.

Статева зрілість червяків наступає в 2 - 3 місяці, а послідуючі 4 місяці вони щотижня відкладають кокони, при терміні дозрівання одного кокону в межах 2-3 тижні та забезпечує вихід в середньому до 20 особин.

Як, показали наші дослідження, максимальна кількість коконів уворилася в органо-мінеральній компостній суміші «солома зернових+гній ВРХ», де зафіксовано 135 шт коконів червоного каліфорнійського червяка.

Тоді, як за вирощування в інших субстратах кількість коконів була меншою відповідно на 16 шт («кукурудза +гній ВРХ») та 43 шт («соняшник +гній ВРХ»).

Дослідження показали, що кількість особин не репродуктивного віку була максимальною в органо-мінеральній компостній суміші «соняшник +гній ВРХ», відповідно склало 63 шт, тоді як органо-мінеральній компостній суміші «кукурудза +гній ВРХ» досліджуваний параметр склав 45 шт, тоді як мінімальна кількість 23 шт.

Як показали наші дослідження маса вермикультури каліфорнійського черевоного червяка змінювалася залежно від складу органо-мінеральної компостної суміші (рис. 4.2 та додаток Б).

Встановлено, що органо-мінеральний компост виготовлений на основі рослинних решток соняшника і гною ВРХ забезпечив загальну масу вермикультури в межах 15,8 г/кг, з яких маса особини репродуктивного віку

складала в середньому по роках досліджень 2,1 г, а маса коконів 3,4 г тоді як маса особин не репродуктивного віку склала 10,4 г.

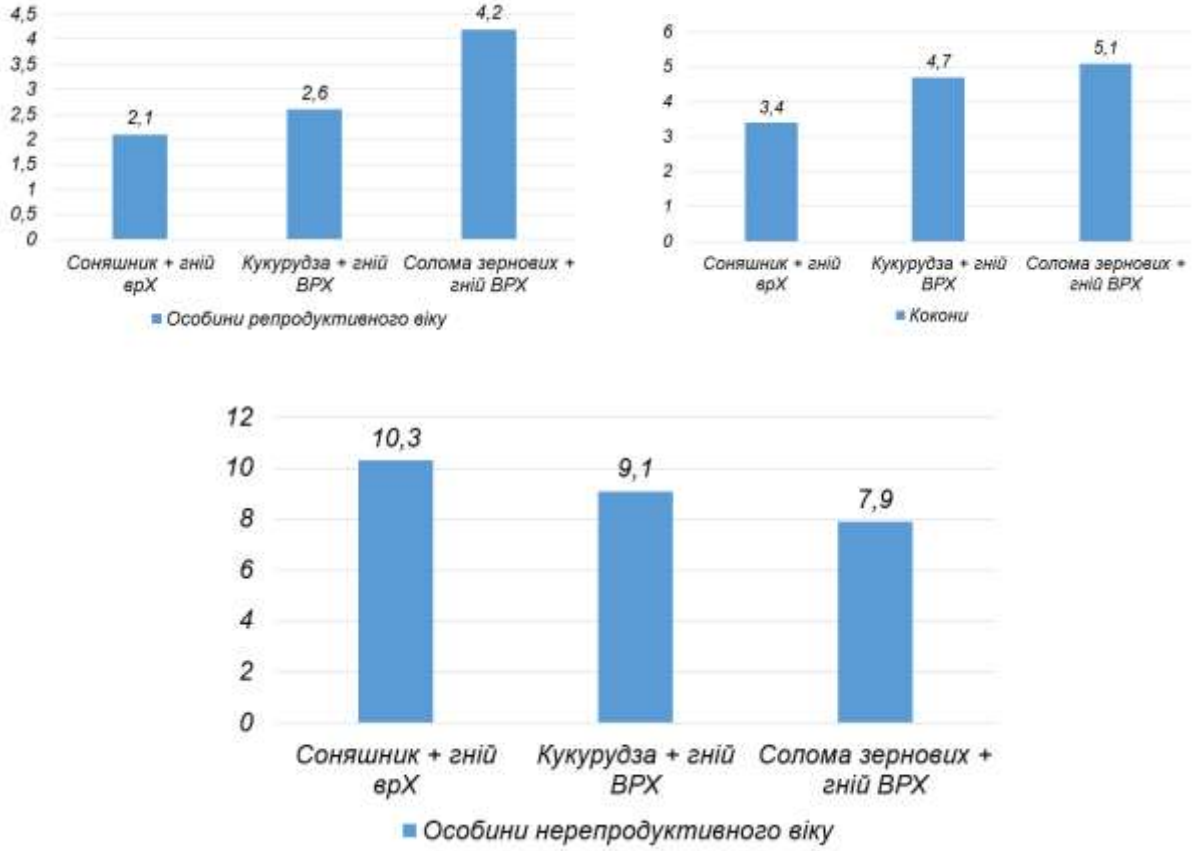

Рис. 4.2 – Маса вермикультури каліфорнійського червоного червяка залежно від органо-мінеральної компостної суміші, г/кг субстрату (середнє 2017-2019 рр)

Тоді, як загальна маса вермикультури за органо-мінерального компосту, що виготовлений на рослинних рештках «кукурудзи та гною ВРХ» склала 16,5 г, з яких маса особини репродуктивного віку складала 2,6 г, а маса коконів 4,7 г тоді як маса особин не репродуктивного віку склала 9,1 г.

Максимальну масу вермикультури забезпечили варіанти за органо-мінеральної компостної суміші «солома зернових+гній ВРХ», що забезпечило загальну масу 17,2 г, де маса особини репродуктивного віку складала 4,2 г, а маса коконів 5,1 г тоді як маса особин не репродуктивного віку склала 7,9 г.

Отже, оптимальні умови утворилися для вермикультури червоного

каліфорнійського червяка по структурним показниках склали за в органо-мінеральної компостної суміші «солома зернових+гній ВРХ», що забезпечили особин репродуктивного віку – 10 шт., коконів – 135 шт., і особин не репродуктивного віку – 23 шт. та забезпечили максимальну масу 17,2 г/кг субстрату.

4.2. Агроекологічні показники біогумусу залежно від органо-мінеральної компостної суміші

Біогумус або вермикомпост у порівнянні з іншими органічними та органо-мінеральними добривами він має цілий ряд переваг, оскільки у ньому акумульована велику кількість поживних речовин, вітамінів, антибіотиків, амінокислот, що легко засвоюються рослинами.

Тому біогумус широко застосовують для всіх видів сільськогосподарських культур.

Вермикомпост не токсичний, не містить хімічних добавок, концервантів, не містить патогенної мікрофлори, нешкідливий для здоров'я.

Сприяє покращенню фізико-хімічні властивості грунту, запобігає ерозійним процесам, знижує дію токсинів, радіонуклідів та важких металів.

Одна тонна біогумусу здатна відновлювати родючість грунту і за своїми властивостями здатна замінити 15 тонн гною, а також біогумус не засмічує поля насінням бурянів на відміну від гноєвих мас.

За вмістом гумінових кислот біогумус перевищує в 1,5 рази перегній, а вміст фульвокислот перевищує майже в 4 рази, тоді як за вмістом загального азоту біогумус переважає перегній більше ніж в 2 рази.

В наших дослідженнях ми звернули увагу, як залежав вміст гумусу в вермикомпості залежно від складу органо-мінеральної компостної суміші (рис. 4.3 та додаток В).

Як показали результати наших досліджень протягом 100 днів вміст гумусу змінювався залежно від складу органо-мінеральної суміші.

Так, на початку процесу вермикомпостування на першу добу коливався в межах 10,9 – 11,4%.

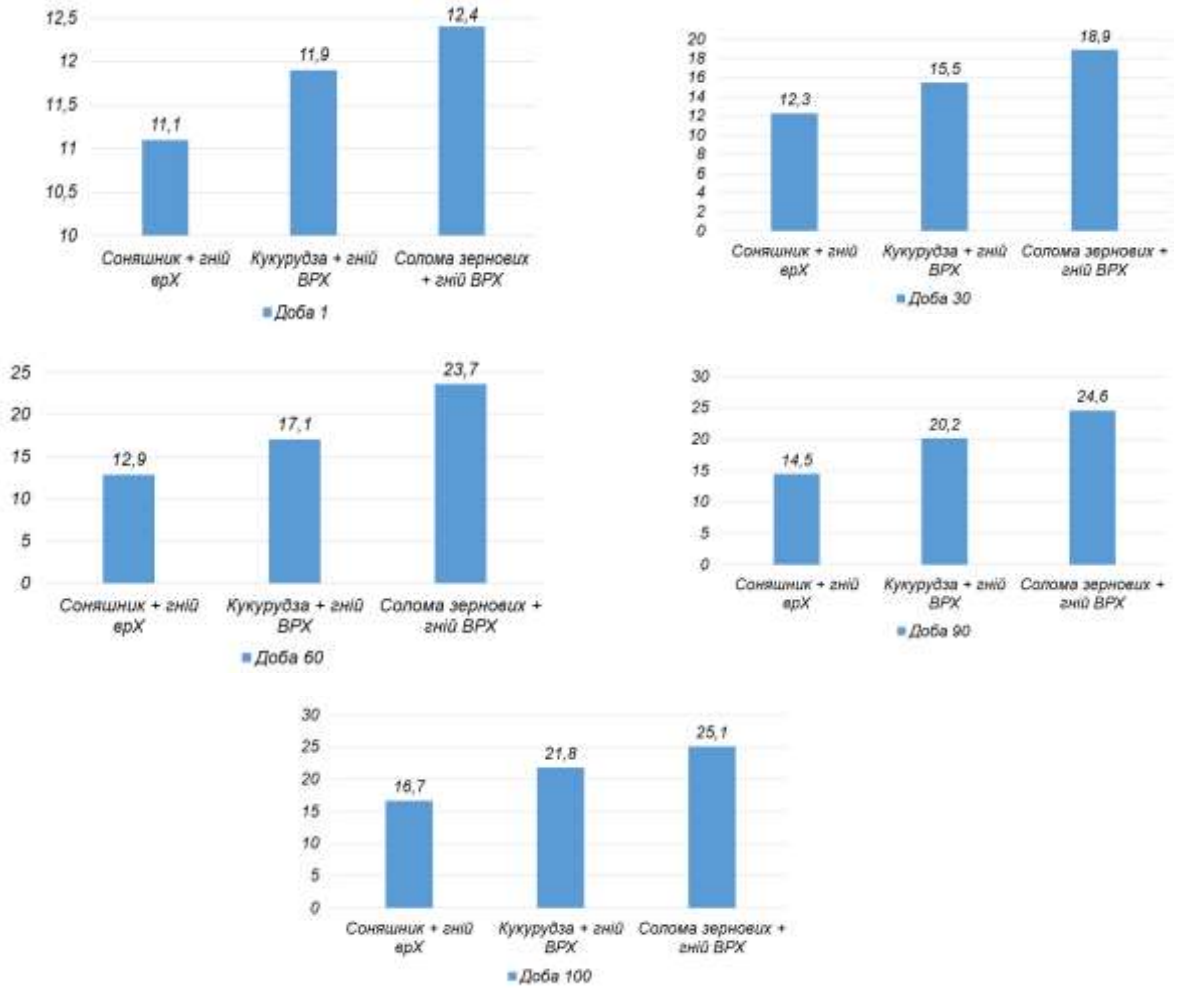

Рис. 4.3 – Вміст гумусу в вермокомпості залежно від сладу органо-мінеральної компостної суміші, %, (середнє 2017-2019 рр)

В продовж проходження процесу вермикомпостування відбувалося підвищення біогумусу в вермикомпості.

Так, залежно від складу органо-мінеральної компостної суміші на 30 день спостерігалися наступні показники: «соняшник+гній ВРХ» - вміст гумусу склав 12,3 %, що перевищувало попередній показник в межах 1,2%.

Тоді, як на 60 день показник зріс на 0,6%, тоді як на 90 день показник склав 14,5 %, а на 100 день вміст гумусу за цього компосту склав 16,7 %.

Вміст гумусу в вермокомпості «кукурудза+гній ВРХ», на першу добу склав 11,9%, тоді як на 30 день досліджуваний показник – 15,5 %, на 60 добу вміст гумусу – 17,1 %; на 60 день – 20,2 %, а на 100 добу – 21,8%.

У порівнянні до компостної суміші «соняшник+гній ВРХ» показники гумусу були вищими на варіантах з компостною сумішшю «кукурудза+гній ВРХ» перевищило в межах 0,8-5,1%.

Вміст гумусу в вермокомпості «солома зернових+гній ВРХ» органо-мінеральної компостної суміші склав на перший день 12,4%.

На 30 та 60 добу спостерігався приріст гумусу, що відповідно склало в межах 18,9 та 23,7%, тоді як на 90 та 100 добу показники були максимальними по варіантах досліду.

Отже, встановлено, що ограно-мінеральна суміш «солома зернових+гній ВРХ» в результаті досліджень забезпечило максимальні показники гумусу між варіантами досліду, що на 100 добу досліду склало 25,1 %, тоді як за інших органо-мінеральних сумішей досліджуваний показник був меншим відповідно на 3,3% («кукурудза+гній ВРХ») та 8,4% («соняшник+гній ВРХ»).

Вміст гумусу активно впливає на родючість ґрунту. Чим вище його в грунті, тим вищий урожай можна отримати.

Основними джерелами утворення гумусу органо-мінеральні рештки рослин, тварин і мікроорганізмів. Родючості гунтів забезпечує показники гумусу в межах 8-10%, але на сьогодні середній показник складає в середньому 3-4%.

Задля зменшення руйнівного зниження гумусу в грунтах, необхідне додаткове внесення або створення передумов до утворення його у грунті, які будуть компенсувати внесення органічні сполуки. Вирішити дану проблему можливо за рахунок вермикомпостування та використання в сільському господарстві біогумусу.

Головною складовою гумусу є гумінові речовини, що в свою чергу поділяються на три основні фракції: гуміни, гумінові кислоти та фульвокислоти. Гуміни представляють собою нерозчинєні залишки органічної речовини з молекулярною масою більше ніж 100000 а.о. – фізіологічно неактивні речовини.

Тоді як фізіологічно активними є гумінові кислоти високомолекулярні азотовмісні оксикарбонові кислоти з інтенсивним темно-бурим або червоно-бурим забарвленням та з молекулярною масою 800-10000 а.о.

До природних органічні сполуки, що утворюються в процесі гуміфікації продуктів рослинного, тваринного і мікробного походження відносяться також, що мають високу фізіологічну активність і молекулярну масу від 10000 до 100000 а.о.

Фульвові ж кислоти можуть знаходяться і у розчинах і у вигляді солей, та самостійно. Високоактивні біологічні речовини з молекулярною масою 800-10000 а.о.

Весь вплив на рослину гумінових речовин поділяється на прямий або опосередкований, що проявляється у поліпшені водно-фізичних властивостей ґрунту, активізацією мікрофлори, міграцію поживних речовин та зв’язуванням полютантів.

А пряма дія на рослину, зумовлена надходженням разом з гуміновими речовинами поживних речовин, а саме N, F, K, Ca, S та інших мікроелементів, амінокислот, вітамінів та стимуляторів росту, цукрів, фітогормонівгормонів, поліпшують надходження води та поглинання кисню рослинами, що спиятливо відображається на диханні рослин, пришвидшується поділ клітин, активізується фотосинтез, синтез білків, посилення росту кореневої системи, надземної маси, збільшується вихід сухої речовини, і відповідно покращується загальна життєдіяльність рослин та продуктивність і якість сільськогосподарської продукції.

Ми звернули у вагу, яка ж кількість гумінових кислот та фульвокислот утворилася в процесі вермикомпостування залежно від складу органо-мінеральної компостної суміші (табл.. 4.4 та 4.5).

Як показали наші дослідження, вміст гумінових кислот протягом досліджень коливалася в межах 9,27-17,43%, та залежала від доби та складу органо-мінеральної суміші.

Найнижчі показники забезпечили варіанти за органо-мінеральної

суміші «соняшник+гній ВРХ», у порівнянні до інших варіантів досліду, що відповідно склало : 1 доба- 9,27%; 30 доба – 10,18 %; 60 доба – 11,04 %; 90 доба – 11,67%; 100 доба – 12,35 %.

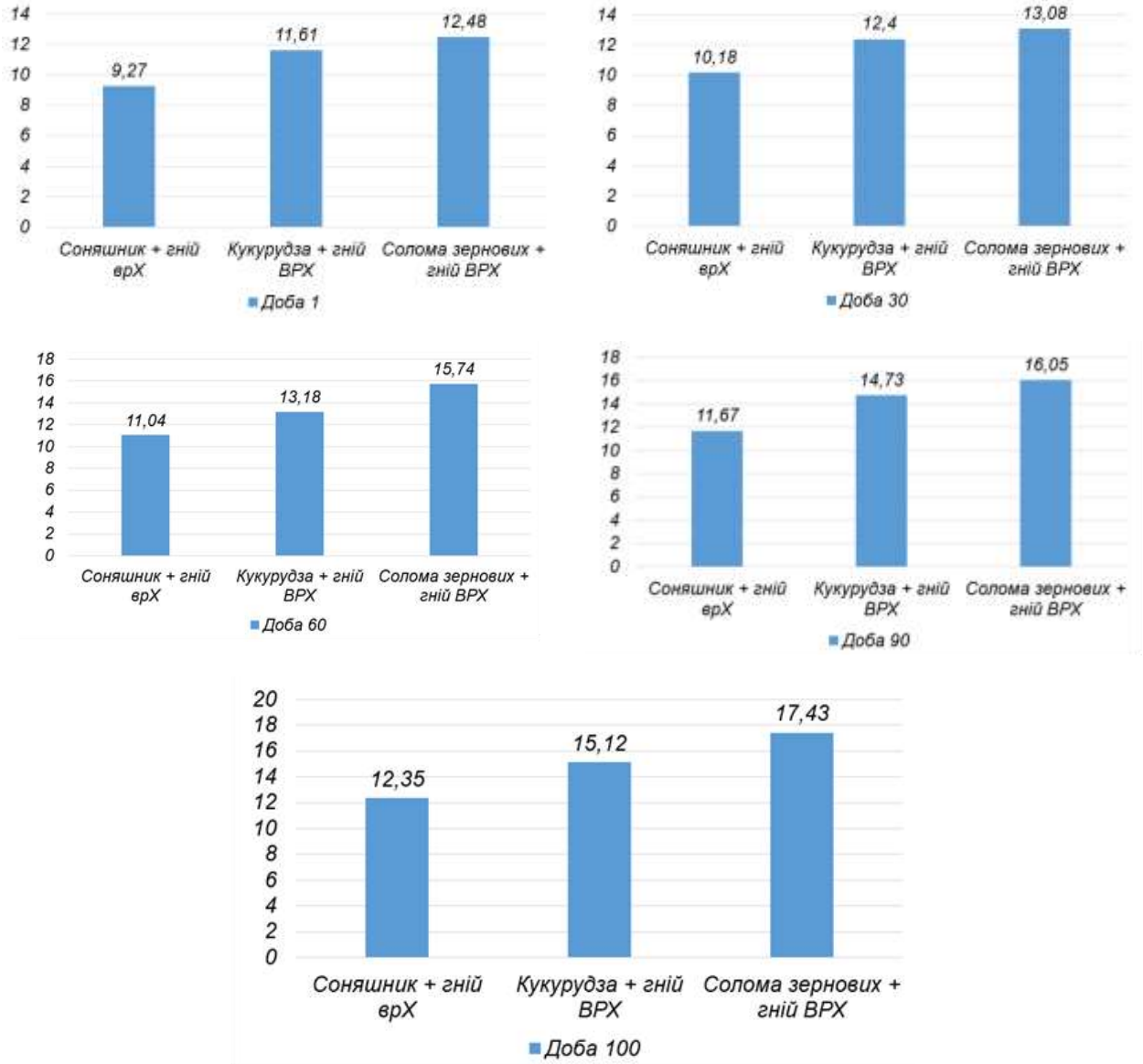

Рис. 4.4 – Вміст гумінових кислот в вермокомпості залежно від складу органо-мінеральної компостної суміші, % (середнє 2017-2019 рр)

Використання у якості органо-мінерального компосту суміш «кукурудза+гній ВРХ» забезпечило дещо вищі показники у порівнянні до попереднього варіанту та відповідно склало : 1 доба- 11,61%; 30 доба – 12,40 %; 60 доба – 13,18 %; 90 доба – 14,73%; 100 доба – 15,12 %.

Оптимальні умови склалися на діляках за застосування органо-мінерального компосту «солома зернових+гній ВРХ», де протягом процесу вермикомпостування забезпечило наступну кількість гумінових кислот: 1 доба- 12,48%; 30 доба – 13,08 %; 60 доба – 15,74 %; 90 доба – 16,05%; 100 доба – 17,43 %.

Дослідження показали, що вміст фульвокислот знаходився в межах 1,05 %-3,46% та залежав від доби вермикомпостування та складу компостної суміші (рис. 4.5 та додаток Д)

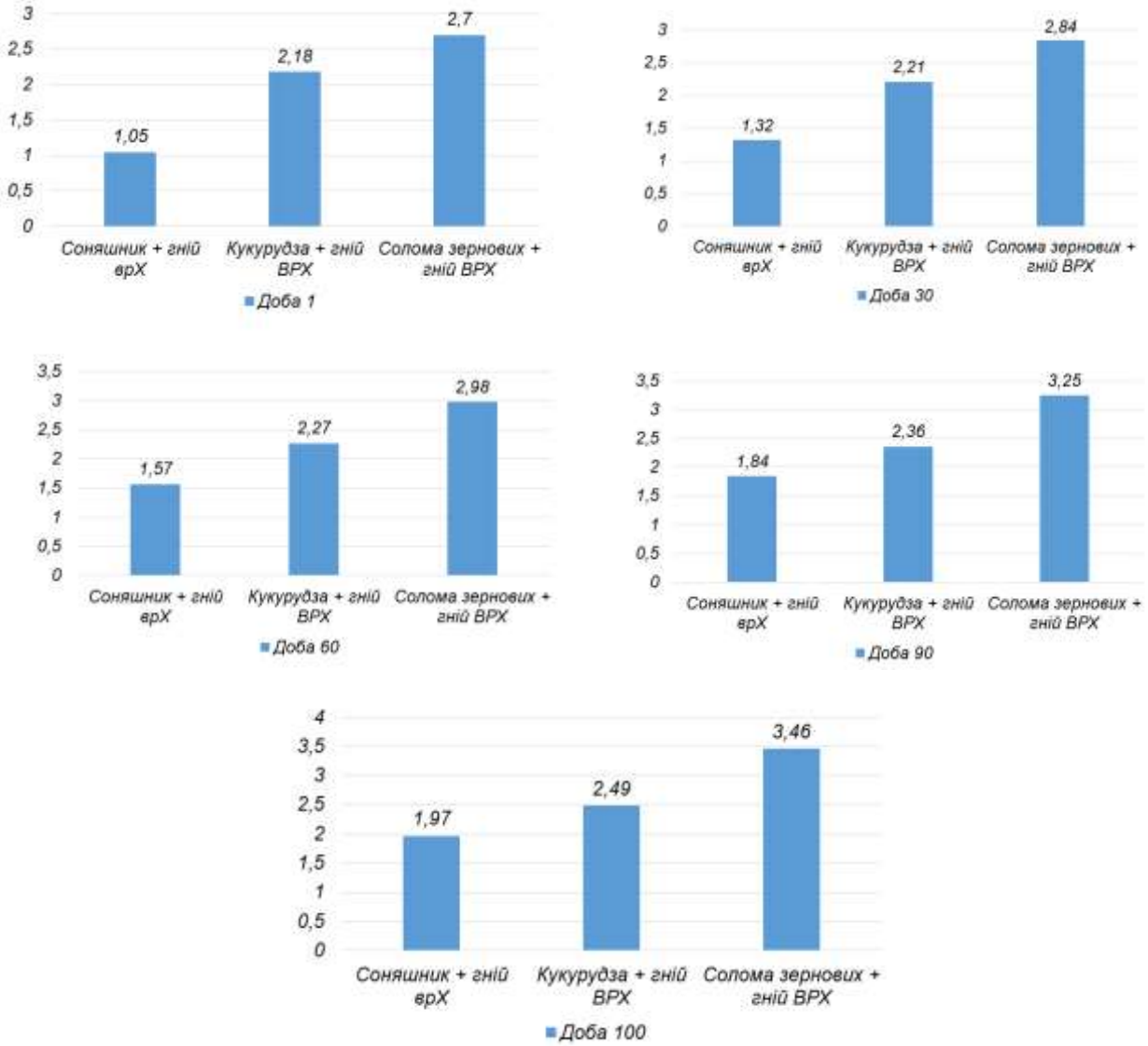

Рис. 4.5 – Вміст фульвокислот кислот в вермокомпості залежно від органо-мінеральної компостної суміші, % (середнє 2017-2019 рр)

Встановлено, що мінімальні показники фульвокислот були зафіксовані на початкових етапах вермикомпостування на варіантах досліду, що

відповідно склало в першу добу 1,05% («соняшник+гній ВРХ»); 2,18% («кукурудза+гній ВРХ») та 2,70 % («солома зернових+гній ВРХ»).

Тоді як, на 30 добу показники зросли та склали 1,32% («соняшник+гній ВРХ»); 2,21% («кукурудза+гній ВРХ») та 2,84 % («солома зернових+гній ВРХ»).

Спостерігалося підвищення досліджуваних параметрів на 60 і 90 добу, та досягло свого максимуму на 100 добу, що відповідно склало 1,97% («соняшник+гній ВРХ»); 2,49% («кукурудза+гній ВРХ») та 3,46 % («солома зернових+гній ВРХ»).

Оптимальні умови для нагромадження фульвокислот склалися на варіантах з органо-мінеральною компостною сумішю («солома зернових+гній ВРХ», що відповідно в кінці вермикомпостування забезпечило вміст фульвокислот в межах 3,25% (90 доба) і 3,46 % (100 доба).

Нейтральна реакція ґрунтового середовища з pH 6,5-7,0 є максимально сприятливою для розвитку переважної більшості сільськогосподарських культур.

Задля підвищення продуктивності грунту вносять біогумус, який за своїми параметрами близький до природного гумусу, за рахунок чого він добре сприймається грунтовою мікрофлорою та рослинами.

Тому, в наших дослідженнях ми звернули увагу як впливали на pH вермикомпосту, органо-мінеральні суміші протягом вермикомпостування (рис. 4.6 та додаток Ж)

Як показали наші дослідження на початковому етапі компостування pH середовища компосту мало більш кислотний характер.

Протягом проходження компостування реакція біогумусу ставала більш нейтральною, на що вплинув склад компонентів компостної суміші.

Так, на перших етапах pH складав 7,92 («соняшник+гній ВРХ»); 7,76 («кукурудза+гній ВРХ») та 7,52 («солома зернових+гній ВРХ»).

В процесі вермикомпостування, а саме на 30-ту та 60-ту добу спостерігалося зниження pH середовища, що відповідно склала 7,89 і 7,86

(«соняшник+гній ВРХ»); 7,70 і 7,64 («кукурудза+гній ВРХ») та 7,50 і 7,47 («солома зернових+гній ВРХ»).

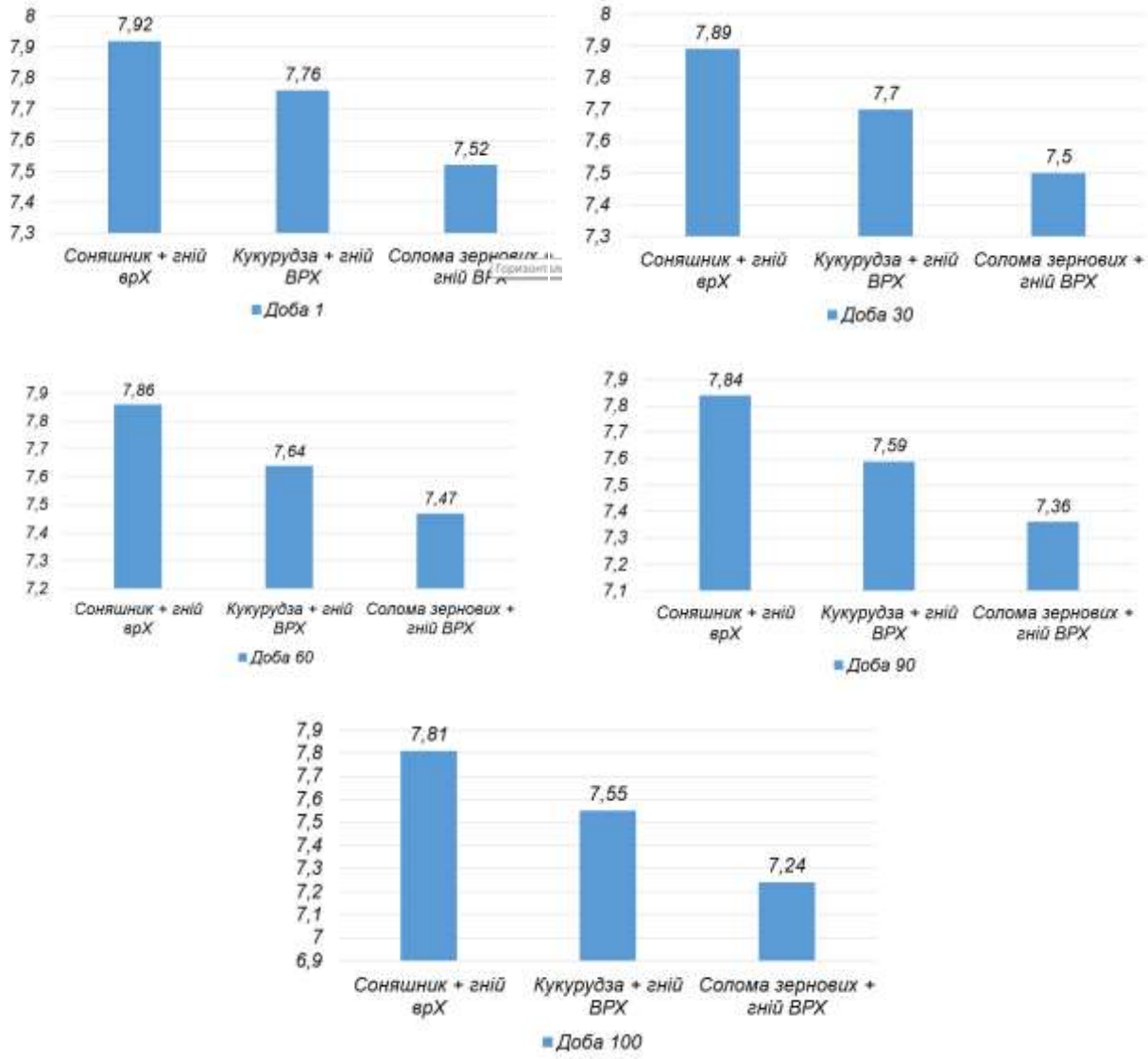

Рис. 4.6 – Реакція середовища $pH_{вод}$ в компості залежно від органо-мінеральної компостної суміші (середнє 2017-2019 рр)

А на 90 та на 100 добу показники pH знизилися, ще більше, у порівнняні до попередніх днів. Оптимальними умови склалися на варіантах за вермикомпостування органо-мінеральної суміші «солома зернових+гній ВРХ», що відповідно забезпечило показник pH в межах 7,36 та 7,24.

Грунтова волога є одним із визначальних показників урожайності, особливо в зоні проведення досліджень. При збагаченні ґрунту органічними речовинами, відбувається утримування вологи у ґрунту у 2,5-3 рази ефективніше, ніж за використання мінеральних речовин.

Внесення органічних добрив є важливим та високоефективним заходом, для підвищення грунтової вологи у грунті. Так, за внесення біогумусу створюються сприятливі передумови для збереження та накопичення грунтової вологи, оскільки біогумус містить вологу, а також має велику кількість агрономічно цінних агрегатів, які сприяють утриманю вологи в грунтовому середовищі.

Як показали наші дослідження вміст вологості у біогумусі залежав від доби вермикомпостування та органо-мінеральної компостної суміші (рис. 4.7 та додаток З)

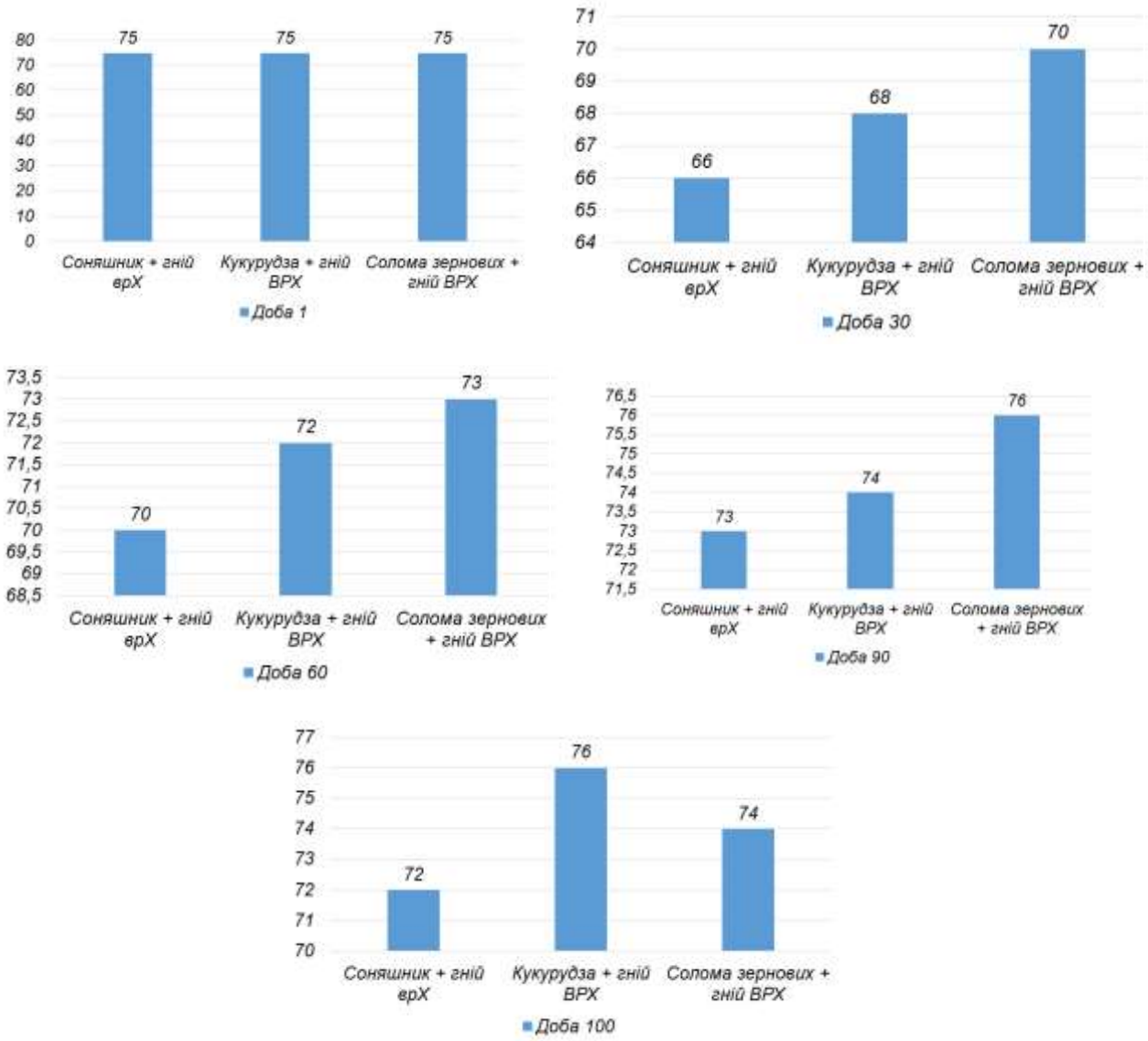

Рис 4.7 – Вологість вермикомпосту залежно від органо-мінеральної компостної суміші, % (середнє 2017-2019 рр)

Встановлено, що на початковому етапі вермикомпостування показник

вологості знаходився в межах 75 % на всіх варіантах досліду.

Проходження процесу вермикомпостування до 30 доби сприяло зниженню кількості вологи у субстраті.

Встановлено, що на 30 добу показники вологи знизилися та склали 66% («соняшник+гній ВРХ»); 68 % («кукурудза+гній ВРХ») та 70 % («солома зернових+гній ВРХ»).

На 60 та 90 добу спостерігалося підвищення досліджуваних параметрів та досягло свого максимуму на 100 добу, що відповідно склало 72% («соняшник+гній ВРХ»); 76% («кукурудза+гній ВРХ») та 74 % («солома зернових+гній ВРХ»).

Встановлено, що оптимальні умови для накопичення волого забезпечили варіанти з органо-мінеральною компостною сумішю («солома зернових+гній ВРХ», що відповідно в кінці вермикомпостування забезпечила вміст вологи в межах 76% (90 доба) і 74 % (100 доба).

Отже, встановлено, що за допомогою вермикомпостування на основі органо-мінеральної суміші «солома зернових+гній ВРХ» можна виробляти екологічно безпечне органічне добриво біогумус з наступними агроекологічними показниками: гумус – 25,1%; гумінові кислоти – 17,43%; фульвокислоти – 3,46%; pH = 7,24; вологість 74%.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ РОСЛИННИХ РЕШТКІВ НА ОСНОВІ ВЕРМИКУЛЬТИВУВАННЯ

Як показує практика, використання біогумусу для удобрення сільськогосподарських культур сприяє збільшенню їх урожайності в середньому на 15-35% [43].

У порівнняні до інших органічних добрив, ефективність від застосування біогумусу спостерігається уже в поточному виробничому циклі.

Підвищення економічної ефективності функціонування аграрних підприємств є одним із основних чинників зростання урожайності сільськогосподарських культур, тому якісний вермикомпост користується усе більшим попитом.

При переробці твердих органічних відходів та субстратів за допомогою культури черв'яків, що використовують органічні речовини в якості джерела живлення, кінцевими продуктами є біогумус (органічне добриво) і біомаса дощових черв'яків[43].

Поряд з біогумусом вермикультування дозволяє отримувати іншу товарну продукцію - біомасу дощових черв'яків, багату повноцінним кормовим білком і жирами. У сухій біомасі дощових черв'яків може міститися до 60 – 65 % білків і до 20 % жирів, як має високу біологічну цінність [44].

При виробництві біогумусу використовують гній сільськогосподарських тварин та послід птиці, рослинні рештки, відходи деревообробної промисловості, відходи від грибного виробництва, пивна дробина, харчові рештки. Від вибору сировини, на основі якої буде вироблятися субстрат, буде залежати якість та собівартість кінцевої продукції вермикультури [45]

Виробничий процес у галузі вермикультивування здійснюється за участі в ньому, крім вермикультури, робочої сили, основних і матеріальних оборотних засобів виробництва, що 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 [45].

Розрахунок витрат на виробництво біогумусу та біомаси черв'яків контейнерним способом наведено в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - Затрати на виробництво біогумусу

Показники	Соняшник + гній ВРХ	Кукурудза + гній ВРХ	Солома зернових + гній ВРХ
Вартість органічних відходів (гній+солома) на 1т біогумусу,грн/т	350	340	355
Транспортування органічних вілходів на площадку для компостування, грн/т	68	68	68
Навантаження органічних добрив, грн/т	85	85	85
розкладання органічних відходів у контейнери, грн/т	220	220	220
Заселення компосту маточним поголівям, грн	500	500	500
Догляд за компостом(полив, рихлення,укриття соломою), грн/т	680	680	680
Вибірка готового біогумусу, грн/т	350	350	350
Пересівання біогумусу, грн/т	420	420	420
Інші витрати, грн	110	110	110
Всього, грн/т	2783	2773	2788

Ціна 1 т біогумусу у другому кварталі 2020 р., в залежності від рівня якості, становила 8-10 тис. грн. Більш ціннішою продукцією вермикультури є біомаса черв'яка, вартість якої суттєво різниться відносно визначеного

напряму реалізації. Так, оптова ціна продажу маси черв'яка 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. Також, масу черв'яка реалізують іншим підприємствам у вигляді маточних сімей за ціною від 200 грн./кг і вище, з метою їх подальшого розведення для переробки органічних відходів на біогумус. Однак, реалізація біомаси черв'яка за даними напрямами обмежується відносно незначним попитом. Основні показники економічної ефективності виробництва продукції вермикультури на 1 кг компостної суміші наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2-Економічна ефективність вирощування вермикультури

Показники	Соняшник + гній ВРХ	Кукурудза + гній ВРХ	Солома зернових + гній ВРХ
Виручка від реалізації біогумусу, грн../кг	3,89	4,00	4,10
Затрати на виробництво біогумусу, грн./кг	2,783	2,788	2,783
Умовно чистий прибуток від реалізації біогумуса,грн./кг	1,11	1,21	1,32
Рівень рентабельності,%	40	43	48
Додаткова продукція			
Реалізація маточного поголів'я, грн.	68,6	88,9	101,5
Реалізація біомаси черв'яків, грн.	129,78	81,9	36,34

Аналізуючи, дані таблиці 2,можна зробити висновки, що всі варіанти є економічно доцільними і ефективними, так по всім варіантам дослідів

отримали прибуток як від реалізації біогумусу так і від реалізації біомаси черв'яків та маточного поголів'я.

Прогнозований чистий прибуток від реалізації біогумус складе від 1,11 грн. до 1,32 грн. по варіантах, що дозволить забезпечити рівень рентабельності виробництва біогумус від 40% до 48%. Найвищий додатковий прибуток 101,5 грн. отримаємо реалізувавши маточне поголів'я після органо-мінеральної суміші «солома зернових+гній ВРХ», тоді як найвищий прибуток буде від реалізації біомаси черв'яків після органо-мінеральної суміші «соняшник+гній ВРХ».

Вермикультура відноситься до перспективних видів агробізнесу із значним потенціалом розвитку. Основні види продукції вермикультивування формують цінну сировинну базу для виробництва органічної сільськогосподарської продукції.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

6.1. Особливості умов праці та аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів

Під час виконання заходів при проведенні утилізації рослинних решток на основі вермикультивування на працівників можлива дія наступних небезпечних та шкідливих факторів [46].

Фізичні фактори: механізми, що рухаються (техніка для підвезення і відвезення перероблених рослинних решток – трактори та автомобілі і ін. сільгосп техніка); рухомі частини механізмів для утилізації рослинних решток (ланцюгові передачі, неогороджені робочі органи техніки, яка використовується під час виконання даних заходів і та ін.); підвищений рівень пилу і газів у повітрі робочої зони (загазованість відпрацьованими газами сільськогосподарської техніки, виділення газів, які виникають при переробці рослинних решток, запиленість під час вивантаження та навантаження перероблених рослинних решток); невідповідність температури обладнання й матеріалів (висока чи низька температура); температура навколишнього середовища не відповідає вимогам санітарних норм; високий шум на місці, де виконуються роботи, в результаті працюючої техніки; вологість повітря не відповідає сприятливим умовам роботи; рухомість повітря надто висока і перевищує 3 м/с; рівень статичної електрики, який може привести до негативних явищ запалювання газів, які виділяються із рослинних решток; природне освітлення не забезпечує такі норми, які необхідні для виконання таких робіт; штучне освітлення недостатнє і не забезпечує необхідну освітленість робочої зони; низька контрастність між предметами, які знаходять в полі зору працівників; віддзеркалювання блискучих поверхонь, які створюють прямий і відбитий

блискіт; високий рівень ультрафіолетового випромінювання, та підвищена інфрачервона радіація; незручні пристрої, інструменти для виконання робіт, вони мають гострі частини країв, здирки, шорсткі поверхні.

До хімічних небезпечні факторів відносяться: дратівливі і токсичні (хімічні речовини, що використовуються при проведенні дослідів, речовини розкладу органічних речовин рослинних решток, дезінфікуючі, мийні засоби тощо); сенсибілізувальні – алергенні рослинні рештки, які переробляються; впливові на репродуктивну функцію (гази розкладу органічних речовин, пестициди, агрохімікати, відпрацьовані гази техніки); важкі метали, що надходять з побутовим сміттям, мінеральними добривами і пестицидами.

Тоді як до біологічних факторів відносять: патогенні мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності (бактерії, гриби та ін.); макроорганізми (рослинні рештки, які можуть негативно діяти на організм людини, тварини, птахи та люди).

Психофізіологічні фактори: фізичні перевантаження під час виконання операцій вручну; нервово-психічні перевантаження під час виконання робіт.

Під час проведення утилізації рослинних решток на основі вермикультивування до проведення робіт допускаються робітники, які не мають протипоказань здоров’я, вивчили та пройшли перевірку знань з охорони праці у відповідності з «Типовим положенням порядку проведення навчання і перевірки знань з охорони праці» за № 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05) [46].

6.2. Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих факторів.

6.2.1. Розрахунок опалення приміщення лабораторії

Проектування опалення виконуємо з метою встановлення балансу між витратами і подачею тепла в межах санітарних норм. Перевірочний

розрахунок теплообмінників водяного опалення виконуємо в наступному порядку.

Складаємо тепловий баланс приміщення (ккал/год), за формулою

$$Q_{пр} + Q_в = Q_{опал} + Q_{об} + Q_{е.д.} + Q_{св} + Q_{оп.}, \quad (6.1)$$

де $Q_{вт}$ – втрати тепла у виробничому приміщенні;

$Q_в$ – тепловтрати на підігрів вентиляційного повітря;

$Q_{опал}$ – кількість тепла від опалення;

$Q_{об}$ – кількість тепла від обладнання;

$Q_{е.д}$ – кількість тепла, яке виділяється електродвигунами;

$Q_{св}$ – кількість тепла, яке виділяється від світильників;

$Q_{оп.}$ – кількість тепла, яке виділяється від працюючих людей.

Визначаємо втрати тепла у виробничому приміщенні за формулою

$$Q_{вт.} = \alpha_п \cdot g_{пит} \cdot V_{пр.}(t_д + t_з), \quad (6.2)$$

де $\alpha_п$ – коефіцієнт, що залежить від зовнішньої температури, ($\alpha_п$=1);

$g_{пит}$ – питома теплова характеристика приміщення, ккал/м^2·год·град, ($g_{пит}$=0,6);

$V_{пр.}$ – об’єм приміщення, м^2; (при розмірах дільниці 6х12х3, $V_{пр.}$=216 м^3);

$t_д$ – допустима температура у приміщенні за санітарними нормами, ^{0}С

$t_з$ – розрахункова зовнішня температура, визначається за картою ізотерм, (для Кіровоградської області $t_з$=-30^{0}С).

$$Q_{вт.} = 1 \cdot 0{,}6 \cdot 2500 \cdot |20 + (-30)| = 15000 \text{ ккал/год.}$$

Визначаємо витрати тепла на підігрів вентиляційного повітря ($Q_в$) виконуємо за формулою

$$Q_в = cV_{вх}(t_д - t_з)\,\gamma_в, \quad (6.3)$$

де с – теплоємкість повітря, (приймаємо - 0,24 ккал./кг·град.);

$V_{вх}$ – повітрообмін для зимового режиму роботи вентиляції, м^3/год;

$\gamma_в$ – густина припливного повітря, кг/м^3.

$$Q_в = 0{,}24\ 13800\ (20+30)\ 1{,}29 = 213624 \text{ ккал./год.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виділяється від обладнання ($Q_{об}$) за формулою

$$Q_{об}=n_{об}\ F_{об}\ (t_{з.о}–t_{д}), \qquad (6.4)$$

де $n_{об}$ – кількість обладнання, що виділяє тепло;

$F_{об}$ – загальна площа випромінювання тепла обладнанням, м^2;

$t_{з.о}$ – зовнішня температура обладнання.

$$Q_{об}=1\ 900\ (65 – 20)=40500 \text{ ккал/год.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виділяється встановленими електродвигунами ($Q_{е.д.}$) за формулою

$$Q_{ед} = 860\ P_{п.д.}\ \eta_{в.п.}\ \eta_{з.д.}\ \eta_{од.}\ \eta_{п.т.}. \qquad (6.5)$$

де $P_{п.д.}$ – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$\eta_{в.п.}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності, (0,9–0,7);

$\eta_{з.д.}$ – коефіцієнт завантаження електродвигуна, ($\eta_{з.д.}$=0,8–0,5);

$\eta_{од.}$ – коефіцієнт одночасної роботи електродвигунів, ($\eta_{од.}$=1–0,5);

$\eta_{п.т.}$ – період видалення тепла в приміщенні, ($\eta_{п.т.}$=1–0,9).

$$Q_{е.д.} = 860·20·0,8·0,7·1·1=9632 \text{ ккал./год.}$$

Визначаємо кількість тепла, яке виділяється у виробниче приміщення від світильників ($Q_{св}$), за формулою

$$Q_{св} = 860·P_{св}·\varphi, \qquad (6.6)$$

де $P_{св}$ – сумарна встановлена потужність світильних установок, кВт;

φ – коефіцієнт перетворення променевої енергії в теплову, (φ=0,8 – 1,0).

$$Q_{св} = 860·11·1=9460 \text{ ккал./год.}$$

Кількість тепла, що виділяється від працюючих людей ($Q_{о.п}$), за формулою

$$Q_{о.п} = n_{о.п.}·g_{о.п.}, \qquad (6.7)$$

де $n_{о.п.}$ – кількість обслуговуючого персоналу, ($n_{о.п.}$=12 чол.);

$g_{о.п.}$ – тепловиділення однією людиною, ккал./год.

$$Q_{о.п} = 16·12=196 \text{ ккал./год.}$$

Визначаємо кількість тепла, яке необхідно подати опалювальними приладами для забезпечення нормальних умов роботи

$$Q_{опал.}=(Q_{пр.}+Q_{в})–(Q_{об}+Q_{е.д.}+Q_{св.}+Q_{о.п.}). \quad (6.8)$$

$$Q_{опал.}=(15000+213624)–(40500+9632+9460+196)=166312 \text{ ккал./год.}$$

6.3. Заходи оцінки стану умов праці на виробничих ділянках

Так як основна частина робіт виконується на сільськогосподарських підприємств, то найбільше травмувань та нещасних випадків трапляється саме під час виконання таких робіт [47].

Для оцінки стану умов праці на виробничих ділянках використовуємо наступні показники. Показник кількості робочих місць із сприятливими умовами праці

$$M_{спр.} = \frac{m_{відп}}{m_{заг.}}, \quad (6.1)$$

де $m_{відп}$, $m_{заг.}$ – відповідно кількість робочих місць, які відповідають умовам праці за вимогами охорони праці і їх загальна кількість.

Показник технічної безпеки машин, які експлуатуються

$$K_{Тб} = \frac{T_{відп}}{T_{заг.}}, \quad (6.2)$$

де $T_{відп}$, $T_{заг.}$ – відповідно кількість одиниць техніки, які відповідають умовам праці за вимогами охорони праці і їх загальна кількість.

Показник чисельності працівників, які працюють в несприятливих умовах праці

$$K_{нс} = \frac{P_{нс}}{P}, \quad (6.3)$$

де $P_{нс}$ – кількість працюючих в несприятливих умовах праці, чол.

Показник зайнятості працюючих в несприятливих умовах праці

$$З_{нс} = \frac{Ф_{нс}}{Ф_{заг.}},$$

$$З_{ж.нс} = \frac{Ф_{ж.нс}}{Ф_{ж.заг.}}. \quad (6.4)$$

де $З_{нс.}$, $З_{ж.нс}$ – відповідно показник зайнятості в несприятливих умовах всіх працівників і тільки жінок, чол;

$Ф_{нс.}$, $Ф_{ж.нс}$, – відповідно час зайнятості в несприятливих умовах праці всіх працівників і тільки жінок, чол;

$Ф_{заг}$, $Ф_{ж.заг}$, – відповідно річний фонд робочого часу всіх працівників і тільки жінок, год.

Показник забезпеченості санітарно-побутовими приміщеннями

$$К_{пр} = \frac{S_{факт.}}{S_{необх.}}, \quad (6.5)$$

де $S_{факт.}$, $S_{необх.}$, – відповідно площа санітарно-побутових приміщень, які є фактично і необхідно за нормою, м^2.

Результати розрахунків умов праці господарства, яке займається утилізацією рослинних решток на основі вермикультивування зводимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Оціночні показники умов праці

№ п/п	Найменування показників	Роки		
		2017	2018	2019
1	Середньорічна чисельність робітників P, чол.	58	56	54
2	Показник кількості робочих місць із сприятливими умовами праці	0,7	0,78	0,83
3	Показник технічної безпеки машин, які експлуатуються	0,97	0,97	0,98
4	Показник зайнятості працюючих в несприятливих умовах праці	0,1	0,15	0,1
6	Показник забезпеченості санітарно-побутовими приміщеннями	0,96	0,95	0,98

За період з 2017 по 2019 рр. виробничий травматизм набув змінного характеру та різної тяжкості травм. Натомість за вказаний період не було зафіксовано жодного випадку загибелі працівників. Показник кількості

робочих місць із сприятливими умовами праці та забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями постійно збільшується, однак на низькому рівні залишається показник зайнятості працюючих в несприятливих умовах праці.

6.4. Інструкція з охорони праці під час виконання робіт

Проведення утилізації рослинних решток на основі вермикультивування потребує спеціальних знань, оскільки невміла переробка рослинних решток може призвести до отруєння працюючих з ними людей, загибелі корисних комах, тварин, птиці, а також до забруднення оточуючого середовища [47].

Правильна організація робіт – одна із основних вимог попередження шкідливої дії при проведенні утилізації рослинних решток на основі вермикультивування на організм людини. Роботи повинні проводитись силами постійних бригад, які пройшли медогляд, навчання та інструктаж з охорони праці і способам надання першої допомоги потерпілим. Бригадирами та ланковими призначаються особи, які мають певний досвід виконання таких робіт або пройшли курс спеціальної підготовки.

Не допускаються до роботи особи менше 18 років, жінки в період вагітності і годування дитини, особи, які перенесли хірургічні операції (протягом року) і мають медичні протипоказники, жінки старше 50 років і чоловіки старше 55 років. Категорично забороняється допуск до роботи в нетверезому стані.

Працюючі повинні бути ознайомлені з особливостями при проведенні утилізації рослинних решток на основі вермикультивування, знати правила безпечної роботи з ними і забезпечені засобами індивідуального захисту.

Безпека праці при проведенні утилізації рослинних решток на основі вермикультивування повинна забезпечуватися наступними параметрами: організацією спеціальних бригад або ланок; спеціальним навчанням працюючих; механізацією всіх робіт з застосуванням обладнання і машин;

застосуванням засобів індивідуального захисту; проведенням медико-профілактичного обслуговування працюючих; контролем за дотриманням умов праці.

Під час виконання робіт працівники, що працюють при проведенні утилізації рослинних решток на основі вермикультивування, повинні мати при собі посвідчення на право роботи з такими речовинами, медичну аптечку й наряд на виконання робіт та пред'являти їх на вимогу представників державного нагляду та відомчого контролю.

6.5. Розробка заходів по пожежній профілактиці

Працівники, які приймаються на роботу та під час роботи, повинні бути ознайомлені з розробленими у лабораторії правилами пожежної безпеки, своєчасно проходити інструктажі з пожежної безпеки та перевірку знань з питань протипожежної безпеки. Перепланування приміщень лабораторій, зміна їх функціонального призначення повинна відбуватися тільки за проектною документацією, що пройшла експертизу на відповідність до нормативних актів з питань пожежної безпеки в органах державного нагляду.

У приміщеннях лабораторій повинні бути розміщувати тільки необхідні для виконання робіт прилади, приладдя, тощо, які треба зберігати у шафах чи стелажах. У лабораторії необхідно проводити тільки ті роботи, які передбачені переліками на їх виконання. Робітники зобов'язані знати пожежонебезпечні властивості реактивів і речовин, які застосовуються, а також засоби для їх гасіння і дотримуватися заходів охорони праці під час виконання робіт. Коли застосовуються групи речовин (ГР), гази та легкозаймисті речовини (ЛЗР),то необхідно роботи виконувати з дотриманням Правил охорони праці під час виконання робіт в хімічних лабораторіях, (наказ МНС України від 11.09.2012р. №1192). Такі речовини необхідно зберігати в лабораторіях у металевих ящиках та шафах, та згідно асортименту. Любу речовину необхідно отримувати в кількості, яка не

перевищує потребу за змінну. Не допускається зберігання речовин разом, коли їх хімічна взаємодія може призвести до вибуху чи пожежі, (НАПБ А.01.001-2014). Відпрацьовані легкозаймисті та газові речовини необхідно збирати у спеціальну тару, яка в кінці роботи забирається з приміщення для переробки чи утилізації. Посуд, в якому виконували роботи з ЛЗР та ГР, необхідно промити пожежобезпечними речовинами після закінчення досліджень. Тоді, коли необхідно нагріти ЛЗР об'ємом більше 0,5 л, то їх ставлять під саму ж місткість. Місце розлиття ЛЗР необхідно зразу ж засипати піском, який потім збирають. Після закінчення проведення досліджень пожежо- та вибухонебезпечні речовини поміщають у спеціально обладнані виділені приміщення. Електрощити оснащуються схемою підключення з поясненнями номінального струму (плавкої вставки) апарату захисту. Розетки та вимикачі встановлюють на горючі основи з підкладанням під них негорючого матеріалу, і виступає за габарити не менш, ніж на 0,01 м [47].

6.6. Висновки по розділу

Розроблені заходи дозволять попередити виникнення можливих нещасних випадків, та зменшити дію небезпечних та шкідливих факторів на працівників при проведенні заходів утилізації рослинних решток на основі вермикультивування.

ВИСНОВКИ

В результаті опрацьованих літературних джерел встановлено агроекологічне значення вермибіоти та визначено їх важливість у формуванні родючості грунтового середовища, особливо гумусу.

Сучасне сільське виробництво задля конкурентноспроможності, повинно мати чітку орієнтацію на зелені технології, до яких відноситься вермикультивування.

В наших дослідженнях ми встановили, що утилізація рослинних решток на основі вермикомпостування, залежала від складу органо-мінеральної компостної суміші, що в подальшому вплинуло на розвиток черв'яків та якість біогумусу

Використання продуктів біоконверсії дозволить одержувати екологічнобезпечне органічне добриво біогумус, біомасу черв'яків, зменшення антропогенного тиску на довкілля та збереження і відновлення гумусового шару ґрунту, а також покращить якісні показники сільськогосподарської продукції.

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що кількість особин не репродуктивного віку була максимальною в органо-мінеральній компостній суміші «соняшник +гній ВРХ», відповідно склало 63 шт, тоді як органо-мінеральній компостній суміші «кукурудза +гній ВРХ» досліджуваний параметр склав 45 шт, тоді як мінімальна кількість 23 шт.

2. Також, встановлено, що структурним показниках за органо-мінеральної компостної суміші «солома зернових+гній ВРХ», забезпечили кількість особин репродуктивного віку в межах 10 шт., коконів – 135 шт., і особин не репродуктивного віку – 23 шт, при максимальній кількості субстрату 17,2 г/кг.

3. Як показали результати досліджень, якість біогумусу залежала від якості органо-мінеральної суміші, а також від тривалості періоду вермикомпостування.

4. Встановлено, що ограно-мінеральна суміш «солома зернових+гній ВРХ» в результаті досліджень забезпечило максимальні показники гумусу серед варіантів досліду, що на 100 добу досліду склало в межах 25,1 %, тоді як за інших органо-мінеральних сумішей досліджуваний показник був меншим відповідно на 3,3% («кукурудза+гній ВРХ») та 8,4% («соняшник+гній ВРХ»), тоді як вміст гумінових кислот протягом досліджень коливалася в межах 9,27-17,43%, та залежала від доби та складу органо-мінеральної суміші, а оптимальні умови для нагромадження фульвокислот були на варіантах з органо-мінеральною компостною сумішю («солома зернових+гній ВРХ», що в кінці вермикомпостування забезпечило вміст фульвокислот в межах 3,25% (90 доба) і 3,46 % (100 доба).

5. Дослідження показників pH середовища і вологості вермикомпосту, показали, що на 90 та 100 добу показники pH знижуються та на варіантах за використання органо-мінеральної суміші «солома зернових+гній ВРХ», забезпечили показники pH 7,36 та 7,24 та вологості 76% і 74 % , відповідно.

6. Розроблені заходи з охорони праці дозволять покращити умови праці та безпеку життєдіяльності працівників сільськогосподарського підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами Lumbricidae и других Megadrili). Москва : Наука, 1979. 265 с.

2. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. Москва : Высшая школа, 1975. 560 с

3. Bouche M. B., Lohm U., Persson T. Strategies lombriciennes. In Soil Organisms as Components of Ecosystems. Biol. Bull. Stockholm, 2017. № 25. P. 122-132

4. Титов И. Н. Дождевые черви. Руководство по вермикультуре : в 2 ч. I: Компостные черви. Москва : ООО «МФК Точка опоры», 2012. 284 с.

5. Коцюба И. Ю, Власенко Р. П., Гарбар А. В. Кариотипы дождевых червей рода Aporrectodea (Oligochaeta, Lumbricidae) фауны Украины. Вестник зоологии. 2010. № 44 (5). С. 387–392.

6. Титов И.Н. Дождевые черви /И.Н.Титов// - М.:000 «МФК Точка опоры», 2012,-С.272.

7. Морев Ю.Б. Исследования разведения червей /Ю.Б.Морев//,Фрунзе,1990 С. 3-35.

8 Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения : сб. науч. тр. / ред.кол.: С.Л. Максимова [и др.]. - Минск, 2017.- 164 с.

9. Титов И. Н. Вермикультура : инновационные экотехнологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и индустриальных органосодержащих отходов. Вестник биотехнологии. 2012. Т. 8. № 2. С. 59–73.

10. Мельник И.А. Вермикультура: производство и использование. /И.А.Мельник, М.М.Городний, М.Ф.Повхан, В.С.Гитилис// К.,Укр. ННТЕИ, 1994-128с

11. Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management / edited by Clive A. Edwards et al. Florida : CRC Press, 2010. P. 623

12. Ambasta S. K., Kumari S. Earthworm : a natural ecofriendly organasms for recycling of organic residues and improvement of soil health by vermicompost. Int J Appl Sci Biotechnol. 2013. Vol. 1(4). P. 171–175.

13. Выгузова М. А., Касаткин В. В. Влияние особенностей калифорнийских червей на процесс вермикомпостирования. Вестник КИГИТ. Инженерная экология, ресурсосбережение и природопользование. Ижевск, 2013. № 05 (35). С. 4–7.

14. Мельник И. А. Вермикультивирование: история, достижения, мифы, перспектива. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке : достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. трудов. Минск, 2013. С. 25–35.

15. Ручин А. Б. Вермикультивирование, как путь решения некоторых экологических проблем. Астраханский вестник экологического образования, Астрахань, 2013. № 1(23). С. 137–140.

16. Бирюков К. Н. Способы переработки и утилизации навоза и помета в современных условиях ведения животноводства (научно-производственный анализ). Вестник Российского государственного аграрного заочного университета : науч. журнал. 2018. № 5 (10). С. 206–207.

17. Кощаев А. Г., Кощаева О. В., Елисеев М. А. Биотехнология вермикультивирования органических отходов. Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2014. № 95 (01). С. 594-603. URL: http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/67.pdf.

18. Гармаш С. Н., Герасименко В. А., Рунова Г. Г. Экологическая биотехнология утилизации промышленных отходов. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Днепр, 2013. Вып. 71 (1). С. 86–90.

19. Кулик А. П., Косенко В. А., Приходько Н. М. Возможные пути использования растительного сырья. Вопросы химии и химической технологии. 2018. № 1. С. 134–136.

20. Безділь Р. В. Еколого-агрохімічні властивості та ефективність вермикомпостів, отриманих на основі відходів кролівництва. Методичні рекомендації / Р. В. Безділь, Т. М. Пушкарьова-Безділь. – Умань: РВВ Уманського НУС, 2016 – 67 с.

21. Пушкарьова-Безділь Т. М. Роль органічних добрив у мінімізації ризику забруднення навколишнього середовища / Т. М. ПушкарьоваБезділь, Р. В. Безділь // Іноваційні технології виробництва рослинницької продукції – 2013. – С. 14–16.

22. Романова Е. М. Сравнительный анализ эффективности утилизации отходов животно- водства с использованием красного калифорнийского гибрида (E.F. Andrei) / Е. М. Романова, М. Э. Мухитова, Е. В. Титова // Известия Оренбургского государственного аграрного универси- тета. – 2018. – № 17-1. – С. 159–162.

23. Сендецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив “біогумус” виготовлених методом вермикультивування / О. Сендецька // Вісник ТНЕУ. – 2014. – № 1. – С. 164–171.

24. Швед О. М. Екологічна біотехнологія / Швед О. М. – Львів: НУ "Львівська Політехніка", 2013. – С.385–390.

25. Романова Е. М. Сравнительный анализ эффективности утилизации отходов животно- водства с использованием красного калифорнийского гибрида (E.F. Andrei) / Е. М. Романова, М. Э. Мухитова, Е. В. Титова // Известия Оренбургского государственного аграрного универси- тета. – 2018. – № 17-1. – С. 159–162.

26. Сендецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив “біогумус” виготовлених методом вермикультивування / О. Сендецька // Вісник ТНЕУ. – 2014. – № 1. – С. 164–171.

27. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения : сб. науч. тр. / ред.кол.: С.Л. Максимова [и др.]. - Минск, 2017.- 164 с.

28. Гармаш С. Н. Экологическая технология биоконверсии отходов промышленности. Актуальные вопросы развития высокоэффективных технологий : монография. Одесса : Куприенко СВ, 2014. 133 с.

29. Сендецкий В.Н. Технологические аспекты переработки органических отходов АПК методом вермикультивування. /В.Н.Сендецький, Н.М.Колисник, И.П.Мельник, О.М.Бунчак, В.С.Гнидюк, О.М.Бердников//, «Фолиант», Ивано-Франковск, 2015 г., стр. - 53.

30. Максимова, С. Л. Почвенные грунты и биогумус / С. Л. Максимова, А.С. Васько // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – №8. – С.34-36

31. Васько, А. С. Нетрадиционные органические удобрения в формировании урожая и плодородия почвы [Текст] / А. С. Васько // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Минск, 4-8 июня 2007 г. - Минск, 2007. - С. 53-60.

32. Максимова, С. Л. Вермитехнологии в Беларуси / С. Л. Максимова // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции / Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Центр экологических решений. - Минск, 2012. - С. 50-53.

33. Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья), Тверь, 2016. - 302 с.

34. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Сульман Э.М. и др. Теоретические и практические аспекты биоконверсии органических отходов – Белгород, 2014. – 80 с.

35. Цыганов А.Р. и др. Технология приготовления и применения вермикомпоста (биогумуса): рекомендации для колхозов, совхозов и фермерских хозяйств. – Горки: Изд-во УО «БГСХА», 2012. – 39 с.

36. Титов И.Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов // Твердые бытовые отходы. 2018. № 8. С. 18-25.

37. Волощук М. Д. Деградаційні процеси та їх вплив на екологічний стан земельних ресурсів України // Вісник Львівського університету. Серія географічна. Львів. 2013. Вип. 44. С. 55–63.

38. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності біотехнологія. /Гуляєв В.М., Волошин М.Д. - Дніпропетровськ: 2016. – 126 с.

39. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні : монографія. Харків, 2010. 460 с

40. Моніторинг земель: підручник / [О.М. Гаркуша та ін.]. - Миколаїв: Іліон, 2008. - 190 с.

41. Gandhi, M., Sangwan, V., Kapoor, K. K. and Dilbaghi, N. (1997) Co mposting of household wastes with and without earthworms. Environment- and-Ecology, 15 (2):432-434.

42. Про державний контроль за використанням та охороною земель. Закон України від 19.06.2003 р. № 963-IV // Інформаційно - правова бібліотека «Експерт – Юрист», електрона версія, грудень, 2006 р.

43. Шестопалов О. В., Пітак І. В., Новожилова Т. Б. Біотехнологічний захист та охорона навколишнього середовища: Х.: «Технологічний центр», 2016. 218 с

44. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології: теорія і практика.: Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД»., 2015. 254 с.

45. Журавель С.В. Вирощування черв’яків промислового спрямування контейнерним способом в умовах житомирського полісся: Наукові горизонти. 2020. Т. 05 (90). URL: doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-22-28

46. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості виробничого процесу: Охорона праці. №6. 1997. С. 20-26.

47. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: М.: Высшая школа, 1984. 244 с.