

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Лобунець Дарія Сергіївна**

УДК 631.879.4

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**«ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ НА  
ПРОЦЕС РОЗВИТКУ ВЕРМИБІОТИ ПРИ КОМПОСТУВАННІ»**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання  
на відповідне джерело \_\_\_\_\_ Д.С. Лобунець

**Керівник роботи**

**С. В. Журавель,**  
канд. с. г. наук, доцент

Житомир–2020

## Зміст

Анотація	3
Вступ	5
Розділ 1. Літературний огляд	8
Розділ 2. Умови, об'єкти і методика проведення досліджень.	14
2.1. Місце та умови проведення досліджень .	14
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	14
Розділ 3. Результати досліджень	20
3.1. Вплив температурних режимів на ефективність технології вирощування різних видів черв'яків контейнерним способом	20
3.2. Економіко-енергетична ефективність створення компосту (біогумусу) за умов використання різних видів вермибіотичної активності	25
Висновки	27
Рекомендації виробництву	28
Список використаних джерел	29

## АНОТАЦІЯ

Лобунець Д.С. «Особливості впливу температурних режимів на процес розвитку вермибіоти при компостуванні». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Кваліфікаційна робота викладена на 34 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 6 таблиць, 2 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 56 найменування.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства в Україні, найбільш дієвих методом підвищення родючості ґрунту є використання альтернативних видів органічних добрив, зокрема соломи, зелених добрив, тирси, торфу, початків кукурудзи, кошиків соняшнику.

В роботі викладені технологічні аспекти процесу розмноження, зокрема впливу на даний процес температурних режимів, ростові процеси, склад компосту та якісні показники готового біогумусу, наведена економічна ефективність запропонованої технології вирощування даних видів черв'яків контейнерним способом. Опрацьована технологія дає змогу найбільш ефективно контролювати чисельність черв'яків, період розвитку яєць (коконів), кількість виробленого ними біогумусу та може ефективно використовуватись, як для промислового розведення так і в селекційній роботі.

Ключові слова: черв'як Дендробена Венета, черв'як Каліфорнійський, вермикомпост, вермикультура, вермикультивування, вермибіота, біогумус, органічна технологія, родючість.

## SUMMARY

Lobunets D.S. "Features of the influence of temperature regimes on the development of vermibiota during composting". - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in 201 - agronomy. - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Qualification work is presented on 34 pages of a computer set, it contains 6 tables, 2 figures. It consists of an introduction, 3 sections, conclusions, recommendations for production. The list of used sources includes 56 names.

At the present stage of agricultural development in Ukraine, the most effective method of increasing soil fertility is the use of alternative types of organic fertilizers, including straw, green manure, sawdust, peat, corn, sunflower baskets.

The technological aspects of the reproduction process are presented, in particular the influence of temperature regimes, growth processes, compost composition and qualitative indicators of finished compost on this process, the economic efficiency of the proposed technology of growing these types of worms by container method is given.

The developed technology allows to most effectively control the number of worms, the period of development of eggs (cocoons), the amount of biohumus produced by them and can be effectively used both for industrial breeding and in breeding work.

*Key words: Dendrobena Veneta worm, California worm, vermicompost, vermiculture, vermiculture, vermibiota, compost, organic technology, fertility.*

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасні тенденції, як у світі так і в Україні на сучасному етапі направлені на покращення технологічного процесу щодо можливості швидкої та ефективної переробки органічних залишків, особливо гостро ця проблематика спостерігається в сільськогосподарському виробництві. Крім того різке скорочення тваринництва призвело до катастрофічного від'ємного балансу органічної речовини в ґрунті, що в свою чергу стало причиною зниження вмісту гумусу в ньому. В зв'язку з цим ведеться пошук агротехнологій, які б могли ефективно цьому запобігти тому на сучасному етапі одним з найбільш дієвих методів підвищення родючості ґрунту є використання альтернативних видів органічних добрив, зокрема соломи, зелених добрив, тирси, торфу, початків кукурудзи, кошиків соняшнику.

Варто відмітити, що в більшості випадків дані види органічної сировини досить погано розкладаються в природних умовах мікроорганізмами, тому найбільш ефективним методом швидкого їх розкладу є компостування, причому для зменшення терміну компостування та пришвидшення цих процесів краще всього використовувати не лише мікробіоту, а й вермібіоту, зокрема впроваджувати вермикомпостування. На сьогоднішній час технологія виробництва вермикомпосту в Україні вже достатньо відпрацьована, однак в залежності від кліматичних умов та складу компосту може дещо відрізнятись. Крім того важливе значення має і вид вермібіотичної маси, зокрема в даній статті розглянуто такі промислові види черв'яків, як: Дендробена або черв'як Європейський, Каліфорнійський та Старатель, кожний з них в залежності від своїх біологічних особливостей та способу живлення може ефективно штучно культивуватися в промислових масштабах.

**Мета досліджень** визначити вплив температурних режимів на технологічний процес розвитку черв'яків Дендробена та Каліфорнійського, а

також впливу зволоженості та кислотності субстрату. Тому для досягнення поставленої нами мети вирішувалися такі задачі:

- обґрунтувати особливості розвитку і росту черв'яків Дендробени Венети та Каліфорнійського при контейнерному способі їх вирощування;
- дослідити особливості впливу температурних режимів на розвиток яєць (коконів) на відсотковий вихід черв'яків;
- визначити особливості впливу фактору вологості на процеси росту та розвитку черв'яків Дендробени Венети та Каліфорнійського;
- оцінити агрохімічні показники отриманого компосту із застосуванням черв'яків Дендробена та Каліфорнійського.

**Об'єктом дослідження** процеси росту та розвитку черв'яків Дендробена та Каліфорнійського за умов різних температурних режимів контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся.

**Предметом дослідження** черв'як Дендробена Венета, черв'як Каліфорнійський, технологія компостування, культивування коконів, агрохімічна оцінка компосту, температурний режим.

**Методи досліджень:** В процесі виконання роботи використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, зокрема, *загальнонаукові методи*: гіпотеза – вибір напрямків наукових досліджень; експеримент – дослідження об'єктів та процесів, що відбуваються в ньому; спостереження – виявлення динаміки елементів об'єкту; синтез – встановлення висновків та узагальнень. Серед *спеціальних методів* ми використовували: польовий метод (контейнерний метод утримання черв'яків); вимірювально-ваговий метод (встановлення біометричних показників росту і розвитку черв'яків); лабораторний метод (визначення особливостей розвитку коконів (яєць) за різних температурних умов та режимів зволоження), а також статистично-математичний аналіз та статистична обробка даних для достовірності отриманих результатів досліджень.

### **Перелік публікацій автора за темою досліджень:**

1. С. В. Журавель Контейнерна технологія вермикомпостування в умовах Житомирського Полісся / Журавель С. В., Поліщук В. О., Лобунець Д. С., Побігайло Д. П., Мельник О. П., Федоляк Ю. С., Верховлюк Ю. С. // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic) ISSN 3162-2364. 2020. № 58. Vol. 2. P. 8-13

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Роботу викладено на 34 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 6 таблиць, 2 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 56 найменувань.

При написанні дипломної роботи використовували Положення про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті.

## РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сучасна світова наука і практика велику увагу приділяють проблемам переробки органічних відходів та раціонального використання їх як високоцінного біологічного ресурсу. Однак застосування більшості технологій біоконверсії вимагає значних енергозатрат, при цьому ці технології не є безвідходними і, відповідно, екологічно чистими. Якість більшості отриманих з відходів тваринництва органічних добрив не відповідає агротехнічним і екологічним вимогам через наявність патогенів, життєздатних насіння бур'янів і неприємного запаху, що не виключає ймовірності забруднення повітря, ґрунту та ґрунтових вод водорозчинними фракціями азотовмісних сполук [13, 30, 35, 36].

Так в кінці ХХ століття в США, Західній Європі, Японії та інших країнах світу почали впроваджувати технологію переробки органічних відходів, яка вирішує ці проблеми, методом вермикультивування, що представляє собою використання штучно розведених дощових черв'яків для переробки органічних відходів в біологічно активне, високоефективне добриво вермикомпост, що сприяє відновленню ґрунтової родючості.

На початку 1970-х років італійський вчений Карло Ферручо привіз з Каліфорнії з ферми доктора Т. Баретта гібрид червоного хробака, що отримав назву «каліфорнійського», який на протязі наступних 10 років поширився по багатьом європейських країнах - Німеччині, Франції, Австрії, Польщі, Угорщини та ін., а з 1989 року і на Україну [37, 38, 39].

Історія компостування починається з появи перших рослин, залишки яких трансформувалися мікроорганізмами, найдавніші згадки про використання гною в сільському господарстві майже 4500 років тому відображені на глиняних табличках із Аккадської імперії Месопотамської долини. Компости були відомі в давній Греції і Римі, а також детально описані в Талмуді [51].

Проблемою практичного використання дощових черв'яків людство цікавиться доволі давно, одним з перших дослідників, хто почав вивчати



вермикультуру, був відомий зоолог Чарльз Дарвін, який ще у 1837 році описав черв'яків. З того часу, незважаючи на майже два століття пошуків дана проблематика й досі є актуальною і набуває все більшого значення і поширення. Трохи згодом, Рейнольдс і Ветцел описали рід олігохетів, що нараховує близько 8300 видів, з яких майже половина відноситься до черв'яків, хоча не всі види можуть штучно культивуватися та мати практичне значення в процесі вермикомпостування. Тому в залежності від типу живлення черв'яків класифікують на анецики, ендрогейки та епігейки [1, 2, 3].

Варто відмітити, що до кінця 50-х років ХХ століття розглядалися лише питання щодо значення дощових черв'яків у процесах ґрунтоутворення, покращення фізико-механічних властивостей ґрунту, поліпшення родючості, а питання про саму вермикультуру в сучасному її розумінні не ставилося. На той час ніхто не займався розведенням, селекцією дощових черв'яків та організацією спеціалізованих господарств з перероблення органічних відходів на біогумус.

Вермикультура має важливу особливість – це її позитивний вплив на охорону і безпеку навколишнього природного середовища. К. Баррет вирощував черв'яків і рекомендував поширювати їх у полі і в саду для того, щоб вони там здійснювали свою корисну діяльність. Адже інтенсифікацію діяльності дощових черв'яків за умов штучного розведення, найбільш відповідних їх біологічним особливостям, К. Баррет вважав - фактором світового значення, оскільки у процесі вермикультивування відбувається утилізація органічних речовин, що утворюються в господарстві та зростає ефективність сільського господарства [37].

Перші господарства щодо вермикультивування були створені ще у кінці 40-х років ХХ століття у США, а перші комерційні системи вермикомпостування з'явилися на початку 90-х років ХХ століття. На сьогоднішній день у США функціонують понад 700 господарств промислового типу. Схожі господарства існують у Великобританії, Голландії, Німеччині та інших країнах Європи. Варто відмітити, що

вермикультивування також розвинене і в Азії. Так, наприклад, у двох містах Кіушу та Хоккайдо (Японія) вже функціонують понад 200 ферм або компаній з розведення дощових черв'яків [10, 44].

Найбільш успішними господарствами з виробництва вермикюльтури вважаються: ARR, Каліфорнія; Yekn Earthwormand Castings Farm, США.

Першим, хто почав розводити червоних каліфорнійських дощових черв'яків у Європі став Карло Феруччі, який завіз черв'яків у 1978 року, а з 1979 року цей вид черв'яків розпочали широко розмножувати у Західній Європі [40]. Всесвітній бум вермиіндустрії припадає на другу половину ХХ століття.

У США були створені підприємства, що у великих обсягах переробляли різні органічні відходи, у великих масштабах продавали дощових черв'яків і самі вермикомпости. На сьогоднішній день розведенням черв'яків у США займаються як окремі фермери, які зацікавлені в ліквідації створених у процесі сільськогосподарського виробництва рослинних решток і тваринних відходів, так і фермери, господарства яких спеціалізуються на утилізації промислових відходів за запатентованою технологією.

Усі ці підприємства (понад 2000) поділяють на три групи:

- 1) низькотехнологічні системи;
- 2) середньотехнологічні системи;
- 3) високотехнологічні системи.

До *низькотехнологічних систем* належать комерційні та громадські проекти, які характеризуються незначними масштабами і використанням ручної праці для утримання і годівлі черв'яків, а також збирання компосту. Такі проекти спрямовані на компостування харчових залишків, що змішують з багатими на вуглець наповнювачами. Так, наприклад, у зоопарку Woodland Park (Сіетл, Вашингтон) здійснюють проект перероблення невеликої кількості харчових відходів після годування тварин; фірма Puget Consumers Соор (Сіетл, Вашингтон) розробила установку для вермикомпостування харчових відходів з додаванням листя і садового опаду.

До середньотехнологічних систем відносять комерційні, фермерські та громадські проекти, що компостують велику кількість відходів, використовуючи ряд машин різного розміру (від маленьких до середніх) для виконання допоміжних операцій, зокрема:

- *Eastern Washington Prerelease Center (Вашигтон)* – використовують для компостування залишки харчоблоку на 35000 осіб і використовують ложі загальною площею 540 кв. футів. Збирання біогумусу провадять двічі на рік, а більшість із цих робіт виконується в'язнями;
- *J & Y Worm Farm (Ельма, Вашигтон)* компостують тверду фракцію гною від 2800 молочних корів. І використовують орендовані ділянки, що розташовані біля ферми. Отриманий біогумус вони продають власникам ферм, які виробляють екологічно чисту сільськогосподарську продукцію;
- *Ферма Yelm (Елм, Вагдіштон)* розташована на 16 акрах сільської території, потужність установки для компостування садових відходів, що постачають приватні перевізники вантажів, становить 100-200 тонн на місяць. Дана ферма використовує технологію «спарених» буртів.

За останні 7-10 років з'явилися високотехнологічні системи – це, зокрема, такі:

- *Vermitech Systems (Онтаріо, Канада)* - три ресторани використовують автоматичні вермисистеми (біореактори), на яких харчові відходи попередньо подрібнюють, потім додають мікробіологічну закваску і лише тоді переробляють вермикультурою;
- *Oregon Soil Corporation (Портленд, Орегон)* - ця приватна компанія, що побудувала пілотний безперервно працюючий вермикомпостний біореактор за технологією британських дослідників. Сутність даної технології полягає в тому, що реактор автоматично розподіляє сировину у ложах і збирає готовий компост. Вермикомпостний біореактор може виробляти 1250-2500 тонн вермикомпосту за рік, а вермикомпостні системи, розроблені для місцевого і комерційного використання, можуть переробляти широкий діапазон ресурсів органічних відходів.

Досвід цих проектів свідчить, що технологія вермикомпостування може бути адаптована до різних типів органічних відходів. Унікальні переваги технології вермикомпостування полягають у тому, що її можна використовувати за умов, не придатних для звичайного компостування. Капітальні і поточні витрати на вермикомпостування порівняно з витратами на збирання і зберігання органічних відходів у багатьох районах США і Канади вказують на їхні переваги.

Компанія *O.R.M. Waste Management, Brecon (Уельс)* - це одна з найбільших компаній з утилізації органічних відходів, що виробляє вермикомпости із гною ВРХ, також використовує дощових черв'яків виду *Dendrobaena veneta*.

Компанія *Sunburst Bio Technologies Ltd. (Гонконг)* в Австралії вже понад 10 років компостує і вермикомпостує велику кількість муніципальних органічних відходів, при цьому використовує автоматизовані вермиреактори безперервного потоку. Наразі дана компанія переробляє харчові відходи для цілого ряду ресторанів, а також кінський гній у Гонконзі.

В Індії компанія *RalliGold* має п'ять ділянок площею 50 га і під укриттям виробляє вермикомпост з муніципальних відходів, розфасовує їх у мішки і продає на території Індії. Компанія *RalliGold* виробляє 20000 метричних тонн вермикомпосту за рік.

В Італії функціонує багато великих господарств з вермикультури, але найбільшим вважається господарство Карло Феруччі, що займає площу 16 га. На думку Карло Феруччі, промислове розведення черв'яків повинно ґрунтуватися на використанні відкритих, не придатних для землеробства площ, що в свою чергу до мінімуму зменшує фінансові витрати [35]

У Франції дослідження з переробки відходів проводять на спеціалізованій дослідній станції фауни ґрунту в м. Діжоні, де відходи попередньо розкладають у спеціальних біореакторах, а потім заселяють коконами черв'яків. В таких біореакторах пришвидшується дозрівання компосту порівняно з традиційними методами компостування і у 1982 році у

Франції було нараховано близько 2 тис. господарств з виробництва вермикомпосту. Варто відмітити, що багато вермивиробників цього добрива об'єдналися у збутові кооперативи. Наведемо приклад кооперативу «Вермигумус», до якого входять близько 200 фермерів і щорічно продає до 4 тис. м<sup>3</sup> добрив [10].

В м. Тулуза (Франція) вермикультуру використовували для переробки відходів жиру з великою кількістю води, що не дозволяє їх спалювати. Адже захоронення таких відходів на спеціально обладнаних полігонах потребує великих фінансових затрат. Дослідженнями було встановлено, що суміш відходів жиру з осадам стічних вод є добрим кормом для черв'яків [31].

В 1980 році у Мексиці було розпочато вермикомпостування. І на сьогодні вже створено понад 20 великих, близько 100 середніх і сотні малих вермиферм. В Данії розробили технологію, за якою рідкий гній змішують з твердими відходами, заповнюють ним лотки глибиною до 40 см, а потім заселяють черв'яками в кількості 1-2 кг на 2 м<sup>2</sup> поверхні, при цьому підтримуючи оптимальну для життєдіяльності температуру і вологу. Вже через 3 місяці черв'яки повністю переробляють відходи на біогумус [28].

У сільськогосподарському інституті в Аделаїді (Австралія) використовують заглиблення у ґрунт, так звані фібергласові лотки з перфорованим дном розміром 2x1x0,5 м. В такі лотки на шар керамзиту для дренажу накладають послід або овечий гній, який заселяють черв'яками. Далі у міру перероблення черв'яками відходів додають нову порцію посліду або гною. В такому випадку, вихід біомаси черв'яків у перерахунку на 1 м<sup>2</sup> овечого гною становить - 75 кг, а курячого посліду - 90 кг.

Проблема вермикультивування в Україні, як і у багатьох країнах світу, повинна бути включена до програми навчання у вищих і середніх навчальних закладах та школах у рамках ідеї і системи управління навколишнім природним середовищем. Технологія вермикомпостування повинна стати тим інструментом, за допомогою якого можна буде очистити від органічних забруднень воду, землю і повітря.

## **РОЗДІЛ II. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Місце та умови проведення досліджень**

На базі Поліського національного університету, весною 2019 року був закладений довготривалий стаціонарний дослід за темою «Розробка ефективних способів приготування компостів в органічному та біодинамічному землеробстві» №0118V004349.

Схема досліду передбачала закладку чотирьох контейнерів, розміри яких складають 2 x 1 x 1 м – це відповідає 2 м<sup>3</sup>, при цьому компост займає об'єм 1 м<sup>3</sup>. Закладка проводилася пошарово з використанням трьохкомпонентного складу в рівних частинах кінського гною, тирси та листя.

Після досягнення оптимальних параметрів температури та вологи, було проведено заселення контейнерів вермибіотою в розрахунку 2 сім'ї на 1 контейнер (вага однієї сім'ї 1 кг). В кожному контейнері крім контрольного були заселені різні культури черв'яків: Каліфорнійський, Дендробена, Старатель Рис.1. Нами було проаналізовано вплив температурних режимів на процеси розвитку вермибіоти у компості, зокрема контрольний варіант, варіант № 3, де використовувався черв'як Дендробена Венета та варіант № 4, де використовувався черв'як Каліфорнійський.

### **2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень**

Закладка компосту за сезон, крім контролю проводилася двічі. Так, перше закладання починалося в квітні, а відбір готового біогумусу у червні (тривалість – три місяці), друга закладка починалась у липні та закінчувалась у вересні (тривалість – три місяці). Для детального аналізу стану вермибіоти, агрофізичних і агрохімічних показників готового біогумусу відбір зразків виконували на завершальній стадії компостування.

### Стандартна компостна складова:

- 1.Солома 33 %
- 2.Зелена маса 33 %
- 3.Гній 33 %

### Схема закладки органічної маси для отримання компосту:

№1	№2	№3	№4
Контроль	Старатель	Дендробена	Каліфорнійський черв'як



Рис. 1 Види черв'яків: Старатель, Дендробена Венета, Каліфорнійський червоний

Дощові черв'яки - це крупні безхребетні тварини, які належать до родини ґрунтових малощетинкових черв'яків *Lumbricidae*, яких відносять до ряду вищих малощетинкових *Lumbricomorpha*, порядку *Opisthopora*, класу малощетинкових *Oligochaeta*, підтипу пояскових *Clitellata*, типу кільчатих *Annelida*, царству тварин *Animalia* [22, 45].

Трофічна класифікація поділяє усіх дощових черв'яків на 3 категорії [46], зокрема:

- ✓ *фітофаги* (харчуються рослинним опадом або дебрисом),
- ✓ *геофітофаги* (харчуються рослинним опадом і ґрунтом),

✓ *геофаги* (харчуються ґрунтом).

Однак при класифікації за умовами середовища їх проживання дощових черв'яків поділяють на такі три категорії: *епігеїки*, *анецики* і *ендогеїки* [42].

*Епігеїки* (epigeic – дослівно з грецької «на землі») – черв'яки, що мешкають в органічних шарах ґрунту, на поверхні ґрунту в органічних відходах чи в рослинних рештках.

Група черв'яків-епігеїків охоплює такі види компостних черв'яків, як *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra* та ін. Черв'яки-епігеїки не будують постійних норок, мешкають у верхніх шарах ґрунту, що багаті на органічну речовину, особливо любляють мешкати в листі, а не в більш глибоких шарах мінерального ґрунту. Для таких компостних черв'яків можна створити оптимальні умови навколишнього середовища для підтримки і розмноження в штучних умовах вермикультивування. Тому, черв'яки-епігеїки використовуються для систем вермикомпостування і вермикультивування у всіх країнах світу і вони є фітофагами і гумусоутворювачами [42].

**До основних систем вермикомпостування відходів вторинної сировини належать:**

- ❖ **Траншеї (ложка)** з бортами на відкритих майданчиках, що передбачає пошарове періодичне внесення субстрату, попередньо компостованої біомаси, а періодичний полив і аерування проводиться шляхом дренажування. При використанні такої системи - домінує ручна праця.
- ❖ **Гряди** – розміщуються на відкритих майданчиках, шляхом пошарової періодичної укладки субстрату, з періодичним поливом та дренажуванням. Дозволяє використовувати мобільні засоби механізації.
- ❖ **Твердофазні біологічні реактори (культиватори)** – це апарати поточно-періодичної дії, що оснащені системами завантаження біогумусу, потребують постійного або періодичного контакту касет з вермикультурою і відходами, а також потребують штучної аерації і



періодичного зволоження. Дана система дозволяє переробляти відходи без попереднього компостування.

- ❖ **Контейнери** – це ящики, піддони на стелажах в закритих приміщеннях з природним вентиляванням і періодичним поливом, що використовують як стаціонарне обладнання для механізації технологічних операцій [14].

В нашій роботі використана і описана контейнерна система, що призначена для проведення вермокомпостування у невеликій кількості. З важливих переваг цього методу є те, що технології отримання компостів і вермикомпосту прості і доступні для кожного, починаючи від звичайної людини і закінчуючи власниками великих фермерських господарств [15].



Рис 2. Загальний вигляд компостного контейнера

**Каліфорнійський черв'як (*Eisenia fetida*)** має тіло олігохет, довге, циліндричне завдовжки 40–130 мм, завширшки 2-4 мм з кількістю сегментів від 80 до 120 і більше. Черв'яки *Eisenia fetida* мають пурпурову пігментацію у вигляді широких поперечних смуг, розділених дещо вузкими непігментованими ділянками покривів. На першому сегменті такого виду черв'яка розташований ротовий отвір, над яким нависає виступ, тобто головна лопать, що має форму епілобічного типу. Такий перший сегмент позбавлений щетинок, а на інших щетинки сильно зближені попарно. Жіночі статеві отвори *Lumbricidae* дуже дрібні та розташовуються на 14-му сегменті, чоловічі статеві отвори розташовані на 15-му сегменті, оточені добре

розвинутими залозистими полями, а пасок розташований з 26–27 по 31–32 сегмент. [42].

Оптимальна температура для вермикюльтивування *Каліфорнійського черв'яка* становить 25 °С, вологість – 85 %, кислотність – 5–9. В таких умовах тривалість життєвого циклу черв'яків від кокона до дорослої особини коливається від 45 до 51 доби. Статева зрілість вермикюльтури може коливатися від 21 до 30 діб, а середня маса дорослої особи становить 0,55 г. Відкладення коконів відбувається через 48 год. після спарювання, а середній розмір коконів сягає 4,85 мм × 2,82 мм. Варто відмітити, що життєздатність черв'яків, які з'явилися складає 72 % – 82 % [47].

**Дендробена (*Dendrobaena veneta*)** - це європейський, чи бельгійський нічний повзун . Цей вид є великим дощовим черв'яком, який може виживати та володіє потенціалом для використання у вермикюльтивуванні; хоча він росте дуже швидко. Довжина його тіла 50-95 мм, ширина 4-7 мм. Кількість сегментів 125-140. Пігментація темно-пурпурова з фіолетовим у вигляді широких поперечних смуг, розділених вузькими ділянками покривів, позбавлених пігментації. Він має потенціал для виробництва тваринного білка і для культивування з метою поліпшення властивостей ґрунту у польових умовах за допомогою інтродукції.

***Dendrobaena veneta*** - відрізняється здатністю «працювати» навіть в умовах сильно підвищеної вологості. Така особливість дає можливість використання хробака для створення добрива в парниках, теплицях і т.д. Крім того, саме за допомогою такого черв'яка створюються добрива для тропічних і інших екзотичних рослин. При цьому він відрізняється високими показниками приросту біомаси на одиницю особини. Такий черв'як може мати різне забарвлення: коричневий, червоний, жовтий. У тілі черв'яків *Dendrobaena veneta* міститься велика кількість корисних речовин, в тому числі білків і амінокислот. У більшості випадків, кормова база черв'яків складається з різних ферментованих відходів, проте існують альтернативні способи годування хробака в домашніх умовах. Зокрема, можна

використовувати заморожені харчові відходи (для годування їх слід використовувати тільки після розморожування); комбікорм на основі зернових (але такий спосіб підійде, якщо ви розводите хробака *Dendrobaena* для риболовлі), в ряді випадків, підійдуть свіжі харчові відходи.

**Черв'як Старатель** – набув широкої популярності в колі городників, які віддають перевагу органічному землеробству. Ще близько двадцяти років тому професор кафедри біології Володимирського державного університету Анатолій Ігонін отримав гібрид Володимирського, північного дощового черв'яка з південним, привезеним з Киргизії. Новий черв'як був названий Старателем.

На відміну від Каліфорнійського, він відрізняється більшою витривалістю до російського клімату. Старатель всеїдний і плідний: кожен черв'як за рік виробляє до півтори тисячі собі подібних. Він легко переключається з одного виду корму на інший (коров'ячий і кінський гній, кухонні відходи, торішне листя, папір і т. д.). Російський компостний черв'як активно працює при температурі від плюс 8-ми до плюс 29-ти градусів, а вироблений ним біогумус за якістю нічим не поступається тому, який був перероблений «каліфорнійцями».

Доросла особина має невелике потовщення (поясок) в передній частині тіла на проміжку з 24 по 32-й сегмент. Його функція - формування яйцевих коконів. Багаторазові аналізи паразитологічного стану компостних черв'яків підтверджують висновки А. М. Ігоніна про їхню здатність самостійно звільнятися від рослинної і тваринної нематоди. Це дозволяє без побоювання використовувати старателів для згодовування курчатам, курям, качкам, гусям і ставкової риби. Правда, на відміну від «диких» земляних черв'яків, Старателі вважають за краще жити в пухкої середовищі. Твердий ґрунт є для них непереборною перешкодою.

## РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Вплив температурних режимів на ефективність технології вирощування різних видів черв'яків контейнерним способом

В нашій роботі представлена технологія вирощування Каліфорнійського черв'яка та Дендробени Венети контейнерним способом з врахуванням важливих факторів як періоду компостування та температурних режимів. Варто відмітити, що температури та вологості залежать процеси росту та розвитку черв'яків, відкладання коконів (яєць) та період їх інкубації.

Так, у 2019-2020 роках нами було проведено два періоди досліджень, тривалість кожного становила три місяці. В таблиці 3.1. в перший період з квітня по червень спостерігаються процеси адаптації Каліфорнійського черв'яка, які тривали на 5 днів довше в порівнянні з другим періодом - липень - вересень, а в черв'яка Дендробени Венети даний період тривав на 7 днів довше. Ми вважаємо, що це пов'язано з температурними режимами, оскільки в перший період температури були значно нижчими.

Температурний режим вплинув і на кількість відкладених яєць. Так різниця між періодами у Каліфорнійського черв'яка становила 12 яєць або коконів. Період інкубації з квітня по червень становив близько 33 днів, а з липня по вересень середній інкубаційний період склав 20 днів. У черв'яка Дендробени Венети різниця між періодами склала 15 яєць (коконів), при цьому - період інкубації з квітня по червень становив 47 днів, а з липня по вересень середній інкубаційний період склав 22 день.

Тому, аналізуючи отримані результати, ми можемо зробити висновок, що інтенсивність розвитку коконів (яєць) Каліфорнійського черв'яка та Дендробени залежить, в першу чергу, від періоду закладки компосту і найкращі показники має в період з липня по вересень.

Таблиця 3.1

**Вплив температурних режимів на цикл розвитку популяції  
Каліфорнійського та Дендробена Венета черв'яків в залежності від  
методу закладки компосту (трьохмісячний цикл), 2019-2020 рр.**

Показники  Види вермибіоти	Трьохмісячний період			
	Квітень, травень, червень		Липень, серпень, вересень	
	Каліфорнійського черв'як	Дендробена черв'як	Каліфорнійського черв'як	Дендробена черв'як
Адаптаційний період, днів	13	15	8	8
Кількість відкладених коконів, штук	25	28	37	43
Інкубаційний аеріод, днів	33	47	20	22

Для підтвердження нашої гіпотези щодо впливу температурних режимів на розвиток коконів, ми провели лабораторні дослідження щодо визначення впливу температурних режимів на тривалість періоду інкубації коконів (яєць) та відсоткове вилуплювання з них черв'яків. З таблиці 3.2, видно, що ми підтримували температурні режими 10 °С та 20 °С. Варто відмітити, що при цьому ми встановили залежність, що при більш низьких температурних режимах тривалість періоду інкубації збільшується і зростає відсоток виходу молоді.

Таблиця 3.2

**Залежність інкубаційного періоду коконів черв'яків  
Каліфорнійського та Дендробена Венета від температури, 2019-2020 рр.**

Температура, °С		Вилуплювання, %		Тривалість інкубаційного періоду, днів	
Каліфорнійський черв'як	Дендробена черв'як	Каліфорнійський черв'як	Дендробена черв'як	Каліфорнійський черв'як	Дендробена черв'як
10		85,1	86,2	77	83
20		67,3	62,4	24	26

Так, при підвищених температурних режимах тривалість інкубаційного періоду зменшується, але разом з тим відбувається зниження виходу черв'яків з коконів. При цьому робимо висновок, що температурний режим впливає та тривалість процесу інкубації та вихід черв'яків з коконів. Це має велике значення для підтримання оптимальних температурних режимів в компостному середовищі, що є дієвим методом регулювання чисельності Каліфорнійського черв'яка та черв'яка Дендробени Венети.

Наші дослідження передбачали відбір по 1 кг субстрату разом із черв'яками для визначення кількісних показників вермибіотичної активності в компості.

Дані таблиці 3.3 засвідчують, що середня чисельність черв'яків репродуктивного віку в готовому компості (біогумусі) Каліфорнійського черв'яка складала 9 штук, а черв'яка Дендробена Венета на 2 одиниці менше і становила 7 штук. При цьому відмічаємо, що чисельність коконів (яєць) черв'яка Дендробени Венети на 12 штук більша у порівнянні з Каліфорнійським черв'яком. Тому, черв'як Дендробени Венети переважає черв'яка Каліфорнійського щодо кількісних показників відкладання коконів (яєць) та у відсотковому виході молодого черв'яка з яйця.

Таблиця 3.3

**Загальна кількість вермибіоти Каліфорнійського черв'яка та Дендробени Венети на кінцевому етапі компостування (шт./кг) 2019-2020 рр.**

Вид вермибіоти	Кокони, або яйця, шт.	Малий черв'як, шт.	Репродуктивний черв'як, шт.
Контроль	-	-	-
<b>Каліфорнійський</b>	<b>141</b>	<b>38</b>	<b>9</b>
<b>Дендробена</b>	<b>153</b>	<b>46</b>	<b>7</b>

Ми дослідили та проаналізували вагові показники різних видів вермибіотичної активності в готовому субстраті (біогумусі). З таблиці 3.4 видно, що черв'як Дендробени Венети переважає черв'яка Каліфорнійського в розмірах і середня вага репродуктивного черв'яка Дендробени Венети становить 2,8 г, а черв'яка Каліфорнійського - 4 г. Хоча, враховуючи загальні вагові показники коконів, молодих черв'яків і черв'яків репродуктивного віку можна констатувати, що черв'як Каліфорнійський поступається загальній масі черв'як Дендробени Венети.

Таблиця 3.4

**Маса вермибіотичної активності різних ступенів розвитку  
Каліфорнійського черв'яка та Дендробени Венети  
на кінцевому етапі компостування, 2019-2020 рр.**

Вид вермибіоти	Кокони вага, г	Малий черв'як, вага, г	Репродуктивний черв'як, вага, г	Загальна вага черв'яків, г
Контроль	-	-	-	-
<b>Каліфорнійський</b>	<b>8</b>	<b>8,4</b>	<b>4</b>	<b>20,4</b>
<b>Дендробена</b>	<b>8,6</b>	<b>10</b>	<b>2,8</b>	<b>21,4</b>

При вермикультивуванні контейнерним способом, ми отримуємо готове органічне добриво – вермикомпост або біогумус, який характеризується певними агрохімічними показниками, що наведені в таблиці 3.5.

Так, проаналізувавши, якісні та кількісні агрохімічні показники стосовно різних строків компостування, можна відмітити, що отриманий компост має кращі результати за умов компостування в більш теплий період. Вищі параметри показників за вмістом гумусу спостерігаються у зразках відібраних при вирощування черв'яка Дендробени Венети. Таким чином, в такому готовому біогумусі показник вмісту гумусу зростає з 11,2 % до 12,3 % в липнево-вересневий період, а у Каліфорнійського черв'яка - з 10,7 % до

12,0 %. Звертаючи увагу на показник азоту в готовому біогумусі, відмічаємо кращі результати у Каліфорнійського черв'яка 3 - 3,6 %, а у черв'яка Дендробени Венети вміст азоту менший і становить з 2,8 - 3,3 %.

Таблиця 3.5

**Агрохімічний аналіз отриманого компосту (біогумусу) при використанні Каліфорнійського черв'яка та Дендробена, 2019 р.**

Показники	Одиниці виміру	Трьохмісячний період			
		Квітень, травень, червень		Липень, серпень, вересень	
		Каліфорнійський	Дендробена	Каліфорнійський	Дендробена
Вологість	%	45,7	49,0	50,3	52,4
рН сольове	-	8,2	9,0	8,4	9,1
Азот	%	3,0	2,8	3,6	3,3
Фосфор	%	2,7	2,8	2,9	2,8
Калій	%	3,1	3,3	3,5	3,7
Вміст гумусу	%	10,7	11,2	12,0	12,3

На нашу думку така різниця в агрохімічних показниках зумовлена інтенсивністю розвитку мікробіологічної активності та підвищеним процесом трансформації та розкладом органічної речовини, тобто можна відмітити, що найкраще закладати компост в більш теплий період, що сприятиме поліпшенню його агрохімічних показників.



### 3.2. Економіко-енергетична ефективність створення компосту (біогумусу) за умов використання різних видів вермибіотичної активності

Еколого-економічна ефективність технологічного процесу дає можливість оцінити різні технології вермикомпостування як з енергетичної точки зору, так і з економічної їх ефективності. В широкому розумінні оцінити ефективність нашої технології вермикомпостування та доцільності її впровадження. Також звертаємо увагу на те, що економічна ефективність може змінюватися в залежності від варіабельності цінової політики на гній, солому, зелену масу, маточне поголів'я черв'яка, вартість оплати праці і тому подібне. Таким чином, економічна ефективність показує ефективність технології вермикомпостування або створення компосту за допомогою черв'яків Дендробена Венета та Каліфорнійського на конкретний період. В той час як енергетичні показники є сталими і зазначають конкретний вихід енергії з одиниці готової продукції, як видно з таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

#### Технологія виробництва біогумусу при використанні черв'яка Каліфорнійського та черв'яка Дендробена Венета, 2019-2020 рр.

Показники	Одиниця виміру	Вартість 1 од. в грн.
Вартість органічних відходів (кінський гній, солома, зелена маса) необхідна для виробництва 1 т біогумусу	т	400
Транспортування органічних відходів на площадку для компостування	т	70
Навантаження органічних відходів	т	90
Розкладання органічних відходів в ложі	т	230
Заселення компосту маточним поголів'ям	-	550
Догляд за компостом (поливання, рихлення, укриття соломою)	т	700
Вибірка готового біогумусу	т	400
Пересівання біогумусу	т	450
Інші витрати	-	250
Всього	-	3140

*Примітка: собівартість вермикомпосту за ринковими цінами станом на 2020 рік складає 6800 грн./т*

Проаналізувавши, результатами економічної ефективності використання зазначеної технології вермикомпостування, ми дійшли до висновку, що з 1 т. готового компосту (біогумусу), можна отримати прибуток в розмірі 3660 грн.

Енергетична цінність Каліфорнійського черв'яка та Дендробени Венети становить 24 кДж/г., а отримані результати показали, що в 1 кг готового компосту (біогумусу) міститься 18,4 г вермибіоти Каліфорнійського черв'яка та 19,4 г вермибіоти черв'яка Дендробени Венети. Тому, енергетична цінність 1 кг біогумусу Каліфорнійського черв'яка з наявною в ній вермибіотою складає 441,6 кДж, а енергетична цінність 1 т становить 441600 кДж. У черв'яка Дендробени Венети енергетична цінність 1 кг біогумусу з наявною в ній вермибіотою становить 465,6 кДж, а енергетична цінність 1 т складає 465600 кДж.

Так ми дійшли до висновку, що запроваджувати технологію вермикомпостування досить вигідно як з енергетичної, так і з економічної точки зору вермикультивування Каліфорнійського черв'яка та Дендробени Венети.

## ВИСНОВКИ

1. Інтенсивність вермибіотичної активності залежить від періоду закладки компосту. Найкраще проявляється в період з липня по вересень. У Каліфорнійського черв'яка становить: 20 днів, а у Дендробени Венети - 22 дні.
2. На процеси інкубації та виходу черв'яків Дендробени Венети з коконів, значний вплив має температурний фактор. Оптимальні температурні параметри в компостному середовищі коливаються в межах від 20 до 22 °С
3. Температурний фактор також впливає на тривалість процесу інкубації черв'яків, виходу черв'яків з коконів та є дієвим методом регулювання чисельності вермибіоти у компості.
4. Отриманий компост (біогумус) має кращі показники за умов вермикомпостування в більш теплий період. Це підтверджують агрохімічні показники, так найбільш високі показники відзначаються по вмісту гумусу у черв'яка Дендробени венети зростання його з 11,2 % до 12,3 % в липнево-вересневий період, а у Каліфорнійського черв'яка - з 10,7 % до 12,0 %.
5. Вміст азоту в готовому компості (біогумусі) збільшується у черв'яка Каліфорнійського з 3 до 3,6 %, а у Дендробени Венети - з 2,8 до 3,3 %.
6. Економічна ефективність використання технології вермикомпостування з Каліфорнійським черв'яком та Дендробени Венети дає можливість отримати прибуток в розмірі 3660 грн. з 1 т.
7. Енергетична цінність 1 кг біогумусу Каліфорнійського черв'яка з наявною в ній вермибіотою складає 441,6 кДж, тобто енергетична цінність 1 т становить 441600 кДж.
8. Енергетична цінність 1 кг біогумусу черв'яка Дендробени з наявною в ній вермибіотою складає 465,6кДж, тобто енергетична цінність 1 т становить 465600 кДж.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для покращення якості вермикомпостування та підвищення ефективності переробки різних видів органічної сировини, відходів органічного походження в господарствах різних форм власності, рекомендуємо використовувати технологію вермикомпостування на основі Каліфорнійського черв'яка та черв'яка Дендробени Венети, що дасть змогу покращити як агрохімічні показники компосту (біогумусу), так і скоротити терміни компостування майже в 2 рази. Також, це дозволить населенню використовувати готове органічне добриво з можливістю швидкої мінералізації та ефективного використання сільськогосподарськими культурами за умов екологобезпечних технологій їх вирощування.

Наші дослідження дають змогу ефективно запроваджувати технологію вермикомпостування контейнерного типу в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності з можливістю використання в якості вермибіотичного середовища як черв'яка Дендробени Венети, так і черв'яка Каліфорнійського, а це в свою чергу дасть змогу покращити агрохімічні показники компосту, скоротити термін компостування майже в 2 рази.

Отже, у нашій країні сучасні вермитехнології необхідно повсюди пропагувати і впроваджувати, оскільки це є основою здоров'я ґрунту і рослин, врожайності і якості продукції землеробства, стану навколишнього природного середовища, зростання загального рівня культури нації, а на цьому тлі - її здоров'я і добробуту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологія / За ред. проф. М. М. Городнього. - К.: Вища школа, 1993.-С. 185-216.
2. Александрова Л. Н. Органическое вещество и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. - Л.: Наука, 1980. - 261 с.
3. Андреюк Е. И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное земледелие / Е. И. Андреюк, Г. А. Путинская, А. Н. Дульгеров. - К.: Научная мысль, 1988. - 187 с.
4. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования / Т.В. Аристовская. - Л.: Наука, 1980. - 187 с.
5. Асонов Н. Р. Микробиология / Н. Р. Асонов. - М.: Агропромиздат, 1989.-350 с.
6. Барковський О. М. Рекомендації по застосуванню водного розчину йоду при вирощуванні сільськогосподарських культур / О. М. Барковський.К.: Йодис, 1995. - 15 с.
7. Бацула А. А. Органические удобрения / А. А. Бацула. - К.: Урожай, 1988.-208 с.
8. Берестецкий О. А. Биологические основы плодородия почвы /под ред. О. А. Берестецкого. - М.: Колос, 1984. - 287 с.
9. Бикін А. В. Біоконверсія органічних відходів агропромислового комплексу та продуктивність агроecosystem при застосуванні нових видів добрив / А. В. Бикін: авторефдис. на здобуття наук, ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.04 «Агрохімія»; 06.01.06 «Овочівництво». - К., 1999. - 38 с.
10. Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды / под.ред. И. А. Мельник). - К., 1996. - 235 с.
11. Біодеструктори стерні - запорука родючості ґрунтів / Рекомендації: «БТУ Центр», 2014. - 14 с.
12. Быстраков Ю. И. Экономика и экология / Ю. И. Быстраков. - М.: Агропромиздат, 1988. - 204 с.

13. Бубина А.Б. Биоконверсия органических субстратов технологичными дождевыми червями в биологически активные удобрения полифункционального действия. ФГОУВПО «НГАУ», Новосибирск, 2008 с. 4- 8.
14. Ваксман С. А. Гумус. Происхождение, химический состав, значение его в природе / С. А. Ваксман. - М.: Сельхозиздат, 1937. - 471 с.
15. Васильев В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. В. Филиппов. - М.: Рoesельхозиздат, 1984. - 254 с.
16. Вермикомпостирование и вермикультивирование. Сборник научных трудов. ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». - Минск, 2013. - 248 с.
17. Вильямс В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс. - М.: Сельхозиздат, 1939. - С. 140-157.
18. Культивируемые микроорганизмы из пищеварительного тракта дождевых червей / [Б. А. Бызов, Т. Ю. Нечитайло, Б. К. Бумажкин и др.] // Микробиология. — 2009 — Т. 78, № 3. — С. 404–413.
19. Городний Н. М. Биоконверсия органических отходов в биоиндустриальном хозяйстве / Н. М. Городний, И. А. Мельник, М. Ф. Повхан. — К. : Урожай, 1990. — 256 с.
20. Фізіологічна активність компонентів вермикомпосту та створення на його основі комплексного регулятору росту / [І. В. Драговоз, М. В. Волкогон, В. К. Янковська та ін.] // Физиология и биохимия культурных растений. — 2006. — Т. 38, № 4. — С. 292–299.
21. Иваница В. А. Микробиологические аспекты трансформации органических отходов и производства биогумуса / В. А. Иваница // Достижения науки и техники. — 1992. — № 4. — С. 19.
22. Игонин А. М. Дождевые черви возрождают плодородие почвы / А. М. Игонин // Садоводство и виноградарство. — 1997. — № 2. — С. 21–22.

23. Игонин А. М. Переработка навоза и другой органики с помощью дождевых червей / А. М. Игонин // Земледелие. — 1989. — № 12. — С. 52–54.
24. Касатикова С. М. Испытания вермикомпоста / С. М. Касатикова, В. А. Касатиков // Агрехимический вестник. — 2002. — № 6. — С. 29–30.
25. Коваленко В. П. Компостирование отходов животноводства и растениеводства: монография / Коваленко В. П., Петренко И. М. — Краснодар : КГАУ, 2001. — 148 с.
26. Кузьмина Н. В. Микробиологические свойства вермикомпостов / Н. В. Кузьмина, Н. В. Верховцева // Агрехимический вестник. — 2002. — № 2 — С. 14
27. Максимов С. Л. Вермитехнологии в Белорусии / Органическое сельское хозяйство Белорусии: перспективы развития : матер. междунар. науч.-практ. конф. / сост. Н. И. Перечина. — Минск : Донарит, 2012. — С. 50–53.
28. Мельник И. А. Дождевые черви на службе сельского хозяйства / И. А. Мельник // Сельскохозяйственная биология. — 1990. — № 5. — С. 160–162.
29. Мельник И. А. Технология развития дождевых червей и производства биогумуса / И. А. Мельник, И. П. Карпец // Земледелие. — 1991. — № 8. — С 68–70.
30. Мельник И.А. Вермикультура: производство и использование. /И.А.Мельник, М.М.Городний, М.Ф.Повхан, В.С.Гитилис// К.,Укр. ННТЕИ, 1994-128с.
31. Повхан М. Ф. Вермикультура:производство и использование / М. Ф. Повхан, И. А. Мельник, В. А. Андриенко. - К.: УкрНИИИИТЭИ, 1994- 128 с.
32. Сидоренко О. Д. Содержание и состав микроорганизмов в компосте / О. Д. Сидоренко // Аграрная наука. — 1996. — № 5. — С. 28–29.

33. Сидоренко О. Д. Микробиологические основы получения компостов / О. Д. Сидоренко // *Агрехимический вестник*. — 1997. — № 6. — С. 3–4.
34. Суховицкая Л. А. Фосфатмобилизующие микроорганизмы и биофосфор в практике сельского хозяйства Беларуси / Л. А. Суховицкая // *Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації : міжнар. наук.-практ. конф. (12–14 липня 2004 р.)*. — Чернігів–Харків : КП «Друкарня №13», 2004. — С. 135–140.
35. Титов И.Н. *Дождевые черви* /И.Н.Титов// - М.:000 «МФК Точка опоры», 2012,-С.272.
36. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения : сб. науч. тр. / ред.кол.: С.Л. Максимова [и др.]. - Минск, 2007.- 164 с.
37. Сендецкий В.Н. Технологические аспекты переработки органических отходов АПК методом вермикультивирования. /В.Н.Сендецкий, Н.М.Колисник, И.П.Мельник, О.М.Бунчак, В.С.Гнидюк, О.М.Бердников//, «Фолиант», Ивано-Франковск, 2010 г., стр. - 53.
38. Морев Ю.Б. Исследования разведения червей /Ю.Б.Морев//,Фрунзе,1990 С. 3-35.
39. Edwards C. A. Earthworms, organic waste and food /C. A. Edwards//. – *Span*, 1983. – V. 26. – N 3. – P. 106–108.
40. Терещенко Н. Н. К вопросу о природе ростстимулирующих и фунгистатических свойств вермикомпоста / Н. Н. Терещенко, А. Б. Бубина // *Дождевые черви и плодородие почв : матер. II Междунар. научн.-практ. конф. (17–19 марта 2004 г.)*. — Владимир, 2004. — С. 144–148.
41. Терещенко Н. Н. Экологомикробиологические аспекты вермикомпостирования / Н. Н. Терещенко. — Новосибирск : Изд-во СО РАСХН, 2003. — 116 с.



42. Сообщества бактерий, ассоциированные с почвенными беспозвоночными / Е. Б. Третьякова, Т. Г. Добровольская, Б. А. Бызов, Д. Г. Звягинцев // Микробиология. — 1996. — Т. 65, № 1. — С. 102–110.

43. Чекалов К. И. Различные способы хранения навоза / К. И. Чекалов // Микробиологические процессы при хранении навоза: труды всесоюзного института сельскохозяйственной микробиологии / [под ред. М. П. Корсаковой]. — 1935. — Т. 6, Вып. 2. — С. 10–22.

44. Шевченко І. А. Шляхи використання органічних відходів тваринництва / І. А. Шевченко, В. М. Павліченко, О. О. Ляшенко // Механізація, ISSN 1997-3004 Сільськогосподарська мікробіологія. — 2014. — Вип. 19.

45. Шувар І. А. Виробництво та використання органічних добрив / І. А. Шувар, В. М. Сендецький, О. М. Бунчак, В. С. Гнидюк, О. Б. Тимофійчук. - Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. - 596 с.

46. Якушев А. В. Действие дождевых червей на физиологическое состояние микробного сообщества при вермикомпостировании / А. В. Якушев, С. А. Благодатский, Б. А. Бызов // Микробиология. — 2009. — Т. 78, № 4. — С. 565–574.

47. Якушев А. В. Микробиологическая характеристика вермикомпостов: автореф. дис. на соисканиенаучн. степениканд. биол. наук : спец. 03.00.07 «Микробиология» / А. В. Якушев. — М., 2009. — 24 с.

48. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure / Aira M., Monroy F., Dominguez J., Mato S. // European journal of soil biology. — 2002. — № 38. — P. 7–10.

49. Microbial community dynamics during composting of organic matter as determined by 16S ribosomal DNA analysis / [Alfreider A. et al.] // Compost sci. util. — 2002. — Vol. 10. — P. 303–312.

50. Anastasi A. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost / Anastasi A, Varese G. C, Marchisio V. F. // Mycologia. — 2005. — Vol. 97 (Jan-Feb). — P. 33–44.

51. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil / [Atiyeh, R. M. et al.] // *Pedobiologia*. — 2000. — Vol. 44. — P. 579–590.

52. Devliegher W. *Lumbricus terrestris* in a soil core experiment: nutrient-enrichment processes (NEP) and gut-associated processes (GAP) and their effect on microbial biomass and microbial activity / Devliegher W., Verstraete W. // *Soil biol. biochem.* — 1995. — Vol. 27. — P. 573–580.

53. Rodale J. I. *The complete book of composting* / Rodale J. I. — Emmausb : Rodale Books, 1960. — 1007 p.

54. Tracking temporal changes of bacterial community fingerprints during the initial stages of composting / Schloss P. D., Hay A. G., Wilson D.B., Walker L.P. // *FEMS Microbiology Ecology*. — 2003. — Vol. 46. — P. 1–9.

55. Comparative investigation of vermicompost microbial communities / [Verkhovtseva, N. V. et al.]. // *Microbiology of Composting* / Klammer, S., ed. — Berlin : Springer, 2002. — P. 99–111.

56. Assessing the impact of composting and vermicomposting on bacterial community size and structure, and microbial functional diversity of an olive-mill waste / Vivas A, Moreno B, GarciaRodriguez S, Benitez E. // *Bioresour technol.* — 2009. — Vol. 100 (3). — P. 1319–1326.