

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Мельник Олександр Петрович

УДК 631.879.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕНДРОБЕНИ ВЕНЕТИ ЗА УМОВ
КОНТЕЙНЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМПОСТУ

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 _____ О.П. Мельник

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.	16
2.1. Місце та умови проведення досліджень .	16
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	16
Розділ 3. Результати досліджень	20
3.1. Агроекологічна ефективність контейнерної технології вирощування черв'яка Дендробена Венета	20
3.2. Економіко-енергетична ефективність створення компосту (біогумусу) при використанні черв'яка Дендробени Венети	24
Висновки	26
Рекомендації виробництву	27
Список використаних джерел	28

АНОТАЦІЯ

Мельник О.П. «Особливості застосування Дендробени Венети за умов контейнерної технології виробництва компосту». – 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 32 сторінках комп'ютерного набору, містить 6 таблиць, 2 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 55 найменування.

На сьогоднішній день технологія створення вермикомпосту в Україні вже достатньо відпрацьована і в залежності від кліматичних умов, складу компосту може відрізнятися. Важливе значення має вид вермибіотичної маси, зокрема в роботі розглянуто черв'як Дендробена Венета, що може штучно культивуватися в промислових масштабах. Також робота містить інформацію щодо технологічних аспектів процесу розмноження, впливу на даний процес температурних режимів, ростові процеси, склад готового біогумусу та розрахована ефективність запропонованого технологічного процесу вирощування конкретного виду черв'яка контейнерним способом. Перевага запровадження даного методу, полягає в тому, що можна контролювати чисельність черв'яків, кількість виробленого ними біогумусу і період розвитку яєць (коконів), що використовується для штучного їх розведення і селекційної роботи.

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

SUMMARY

Melnyk O. P. "Features of application of *Dendrobena Veneta* under the conditions of container technology of compost production". - 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 32 pages of a computer set, contains 6 tables, 2 pictures. It consists of an introduction, 3 sections, conclusions, recommendations for production. The list of used sources includes 55 names.

To date, the technology of creating vermicompost in Ukraine has been sufficiently developed and, depending on climatic conditions, the composition of compost may differ. The type of vermibiotic mass is important, in particular the *Dendroben Veneta* worm, which can be artificially cultivated on an industrial scale. The work also contains information on the technological aspects of the reproduction process, the impact on this process of temperature, growth processes, the composition of the finished compost and calculated the effectiveness of the proposed technological process of growing a particular species of worm in a container way. The advantage of this method is that you can control the number of worms, the amount of compost produced by them and the period of development of eggs (cocoons), which is used for their artificial breeding and breeding.

Key words: Dendrobena Veneta worm, vermicompost, vermibiota, vermicomposting, vermiculture, biohumus, organic technology, fertility.

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку у всьому світі, і в Україні зокрема, спостерігаються тенденція покращення технологічного процесу щодо можливості швидкої та екологічно безпечної переробки органічних залишків, особливо гостро ця проблематика спостерігається в сільськогосподарському виробництві. Головною проблемою, яка спостерігається в даний час в Україні є різке скорочення тваринництва, що призвело до катастрофічного від'ємного балансу органічної речовини в ґрунті, та стало однією з основних причин зниження вмісту в ньому гумусу.

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 вермибіотичної маси, зокрема в нашій роботі досліджувалися такі промислові види черв'яків як: Дендробена або черв'як Європейський, та Старатель, кожний з них в залежності від своїх біологічних особливостей та способу живлення може ефективно штучно культивуватися в промислових масштабах. Більш детально описані результати досліджень черв'яка Дендробени Венети або його ще називають черв'як Європейський.

Також в роботі представлені технологічні аспекти процесу розмноження, зокрема впливу на даний процес температури, вологості субстрату та його кислотність, процеси росту та розвитку черв'яка Дендробени Венети, агрохімічний склад компосту та якісні показники готового біогумусу. В роботі розрахована економічна ефективність технології вирощування черв'яка Дендробени Венети контейнерним способом. Опрацьована технологія дасть змогу найбільш ефективно контролювати чисельність черв'яків, період розвитку яєць (коконів), кількість виробленого біогумусу, а також може ефективно використовуватись, як для промислового розведення вермибіоти, так і в селекційній роботі.

Мета досліджень полягала у визначенні технологічного процесу розвитку черв'яка Дендробени Венети, а також особливості впливу температурних факторів, зволоженості та кислотності субстрату компосту. Для досягнення нашої мети, у процесі дослідження вирішувалися такі задачі:

- обґрунтувати особливості розвитку і росту черв'яка Дендробени Венети контейнерним способом їх вирощування;
- дослідити особливості впливу температури на розвиток яєць (коконів) та визначити відсотковий вихід черв'яків;
- визначити особливості впливу вологості на процеси росту та розвитку черв'яка Дендробени Венети;
- оцінити агрохімічні показники, отриманого при компостуванні компосту із застосуванням черв'яка Дендробени Венети.

Об'єктом дослідження процеси росту та розвитку черв'яка Дендробени Венети за умов культивування контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся.

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

Методи досліджень: В процесі виконання роботи використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень.

Серед загальнонаукових методів використовували: гіпотезу – 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 використовували: польовий (контейнерний метод утримання черв'яків); вимірювально-ваговий (встановлення біометричних показників росту і розвитку черв'яків); лабораторний (визначення особливостей розвитку коконів (яєць) за різних температурних умов та режимів зволоження); 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 32 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 6 таблиць, 2 рисунки. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 55 найменування.

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

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вже понад півтора століття проводяться дослідження з вивчення значення дощових черв'яків, а також їх вплив на родючість ґрунту. В 1837 році відомий англійський біолог Чарльз Дарвін став одним із перших дослідників в даному напрямку. Чарльз Дарвін розробив теорію утворення ґрунту і описав у науковій праці «Утворення рослинного шару землі діяльністю дощових черв'яків і спостереження за їх способом життя». Також, в даній праці описані результати дослідження ґрунтового шару, де визначено, що дощові черв'яки є основним фактором ґрунтоутворення [29]. Надалі над цією проблематикою працювали видатні ґрунтознавці – В. Докучаєв, Г. Висоцький, Г. Костичев, С. Кравцов, Н. Дімо та інші, а промислову технологію вирощування дощових червоних черв'яків першим запровадив американський вчений Карл Баррет. На території колишнього Радянського Союзу українські вчені асоціації «Біоконверсія» в м. Івано-Франківськ стали першопочатківцями щодо досліджень з використання дощових черв'яків [10,11,38,51,55].

Американський вчений Карл Баррет, початківець промислового вермикультивування, у 1959 році отримав патент на виробництво спеціалізованих черв'яків «Червоний Каліфорнійський». Так у США у кінці 40-х років XX століття були створені підприємства, що у великих обсягах переробляли різні органічні відходи та у великих партіях продавали дощових черв'яків, а також вермикомпости [10, 51].

У 1978 році Карло Феруччі завіз червоних Каліфорнійських дощових черв'яків у Європу і став ініціатором їх розведення. Пізніше у 1979 році даний вид черв'яків почали розмножувати у Західній Європі [26].

В Англії технологія вермикультивування почала запроваджуватися з 1980 року. Так у Ротамстедській дослідній станції проводилися інтенсивні дослідження в напрямку екології і фізіології дощових черв'яків, а також використання їх для переробки різноманітних відходів. Набутий досвід щодо розведення черв'яків, спонукав англійців до створення наукового центру і

використання активного мулу, що утворюється на водоочисних спорудах для подальших досліджень.

На острові Куба функціонує 138 підприємств, що використовують технології вермикомпостування, площа яких сягає 116480 м². Варто зазначити, що вермібіотехнологія на острові сприяє розвитку аграрного сектора. Адже вермикомпости застосовуються серед різних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кави, тютюну, овочів, какао бобів, рису, цукрової тростини, картоплі та ін. [50].

В залежності від кліматичних умов, така країна як Китай також використовує різні методи культивування дощових черв'яків: створення ям в землі, бурти, багатоярусні ящики, теплиці та ін. [51].

Японія розробила спосіб культивування дощових черв'яків в заглибленому басейні. За даною технологією упродовж доби спостерігається перероблення 40 тонн різних відходів. Тому в США, Швейцарії та Японії вже створені установки промислового типу, де дощові черв'яки за добу переробляють до 100 т органічних відходів [42, 50].

У м. Капрі за принципом вермикомпостування організовано перероблення на компост відходів з населенням 60 тис. осіб і щорічно таким способом переробляють 60 тис. тонн твердих побутових відходів і 23 тис. тонн осаду стічних вод. При цьому одержують близько 30 тис. тонн вермикомпосту, що є досить економічно та екологічно вигідним [51].

Відома організація «Презент», що знаходиться в Угорщині налагодила ділові контакти з багатьма країнами світу в напрямку забезпечення їх технологією і продукцією вермикультури [11].

У Мексиці вермикомпостування розпочато в 1980 році і на сьогоднішній день вже працюють понад 20 великих вермиферм, близько 100 – середніх і сотні малих господарств.

В Філіппінах технологія вермикультивування поширена серед багатьох малих фермерських господарств, оскільки протеїн черв'яків використовується як добавка для продуктів харчування, а також і для годівлі

тварин, а вермикомпост або біогумус широко запроваджується у технологіях вирощування сільськогосподарських культур [48].

В Угорщині створюють вермикомпости на старих бетонних площадках для силосу, шляхом закладки органічного субстрату, викладаючи його штабелями висотою до 1,5 м, а потім прикриваючи соломною. За розрахунками встановлено, що на 10 т органічної речовини запускають 1 млн. черв'яків, або на 1 м³ - 30-40 тис. черв'яків. При цьому період переробки компосту триває 3 місяці, вологість становить 80%, а температура 20-30 °C [11].

У Данії застосовують горизонтальні барабани для запровадження технології вермикомпостування органічних відходів [10]. За розробленою технологією, рідкий гній змішують з твердими відходами, потім заповнюють ним лотки глибиною до 40 см, заселяють черв'яків в кількості 1-2 кг на м² поверхні і підтримують оптимальну температуру і вологу для їх життєдіяльності. Вже через 3 місяці дощові черв'яки повністю переробляють відходи на біогумус [42].

В Австралії у сільськогосподарському інституті, що знаходиться в Аделаїді, використовують заглиблені у ґрунт фібергласові лотки з перфорованим дном, розміри якого складають 2х1х0,5 м. Для дренажу в такі лотки на шар керамзиту накладають послід, або в даному випадку овечий гній, який потім заселяють черв'яками. В міру переробки черв'яками відходів поступово додається нова порція гною або посліду. Варто зазначити, що вихід біомаси черв'яків становить 75 кг, а курячого посліду 90 кг.

Цікавим є той факт, що метод вермикультивування було досліджено і у виробничих умовах на одній із птахофабрик, де на підлогу під клітками з курми, що були підняті на висоту 1,5 м – настелили тонкий шар овечого гною, заселеного черв'яками, а зверху ще раз настелили шар свіжого овечого гною, але вже без черв'яків. Таким чином, падаючий на нього свіжий послід проходив витримку, а потім його поступово переробляли черв'яки. Потім через 2 місяці підлогу очищали. Такий спосіб переробки відходів можна

застосовувати у гноєсховищах, послідозбирачах і у пташниках, там де є глибокі ями під клітками, що призначені для нагромадження посліду [50].

На сьогоднішній день розведенням черв'яків займаються як окремі фермери, які зацікавлені в утилізації рослинних решток і тваринних відходів, створених у процесі сільськогосподарського виробництва, так і фермери, господарства яких спеціалізуються на переробці промислових відходів за запатентованою технологією.

В Україні першими в напрямку дослідженням вермібіоти стали українські науковці з асоціації «Біоконверсія» (м. Івано-Франківськ) [7, 8, 9, 10]. Впродовж 1990-1991 років за сприяння даної асоціації було створено 360 вермигосподарств колишнього Радянського союзу, з них 1540 таких господарств створено на території України, 140 – Росії, а також по 5-10 вермигосподарств у країнах Балтії, Грузії, Білорусі, Молдові, Вірменії, Казахстані та інше.

В Івано-Франківській області було створено 17 вермигосподарств у різних філіях асоціації, зокрема у Тлумацькому районі на території свиногомплексу, що займав площу майже 3 га – функціонувало вермигосподарство потужністю 1,5-2 тис. тонн біогумусу за рік. У Снятинському районі Івано-Франківської області було створено угорсько-український кооператив «Радуга», потужність якого становила 2 тис. тонн біогумусу за рік. У Тисменицькому районі на території тепличного комбінату, спільно з спеціалістами за Словаччини було створено виробництво, що базувалося на переробці грибних і тепличних відходів. У Городенківському районі Івано-Франківської області на території комплексу з відгодівлі 10 тисяч голів за рік великої рогатої худоби діяло господарство, потужність якого становила 2 тис. тонн біогумусу за рік, досить непогані показники. На той час за кошти «Союзсільгоспхімії» в м. Івано-Франківськ було створено Український науково-виробничий центр «Біогумус». В даному центрі науковими дослідженнями в напрямку вермикультивування займалися 56 вчених і спеціалістів. Варто зауважити, що в Коломийській

сільськогосподарській дослідній станції було створено селекційний центр із зібраною колекцією різних видів дощових черв'яків з усіх республік колишнього Радянського Союзу та інших країн.

За результатами досліджень із загальної кількості 4400 відомих і описаних на сьогоднішній день видів дощових черв'яків, детально було досліджено близько 20 видів [1, 2]. Наразі широко використовується у вермикulturі лише 10-12 видів черв'яків, тобто ті черв'яки, що мають практичне значення і живуть у верхніх шарах ґрунту, або їх називають черв'яки-епігеїки [4, 5].

Для культивування черв'яків-епігеїків використовують продуктивну популяцію, яка виведена в селекційних умовах, шляхом застосування гнійного черв'яка, який відрізняється великою плодючістю, втратою інстинкту свого попереднього місця перебування, можливістю переносити несприятливі умови навколишнього природного середовища, а також високою здатністю до переробки специфічних видів відходів.

Варто зазначити, що природа наділила дощових черв'яків унікальними захисними властивостями, оскільки завдяки потужному комплексу ферментів черв'яки здатні швидко переробляти різні види органічних відходів за короткий період [4, 5, 6]. В Україні широкої популярності та практичного значення набули три види дощових черв'яків: Дендробена, Каліфорнійський та черв'як Старатель.

Довгий час процес компостування органічної речовини здійснювався неконтрольовано, тобто без врахування певних особливостей біохімічних та мікробіологічних процесів. Варто зауважити, що початок наукового дослідження технології вермикомпостування вважається період вивчення прийомів зберігання гною. Підтверджуючи про це факти можна знайти в праці М. Корсакова і В. Билінкіної (1935), в яких представлені результати агрономічних показників і дані щодо мікробіотичної активності гною. Таким чином, автори дійшли висновку, що на якість і кількість гною впливають

способи його зберігання, а от втрати поживних речовин перебувають у прямій залежності від наявності мікроорганізмів.

В процесі компостуванні беруть участь більше 2000 видів бактерій і не менше 50 видів грибів [24; 25]. Тому мікробіота в компості вважається визначальною у ферментації органічної речовини і отриманні кінцевого продукту - біогумусу. Для вирішення проблеми не повного знезараження компосту та знищення насіння бур'янів, було запропоновано здійснення компостування з терморозігрівом [29; 30].

Технологія вермикомпостування базується на здатності червоного Каліфорнійського гібриду поглинати велику кількість органічної речовини, рослинних решток, а разом з ними бактерій, грибів, водоростей і найпростіших [26; 36]. Варто зазначити, що черв'яки сприяють перетворенню поживних речовин у доступну форму, що в свою чергу активізує мікробіологічну активність [43].

Іспанські вчені описали процес вермикомпостування як «біологічне окислення» і стабілізація органічного матеріалу, що пов'язані з дією дощових черв'яків і мезофільних мікроорганізмів [39]. При компостування в грядках спочатку відбувається процес розклад сполук, в результаті чого маса органічних речовин зменшується, а субстрат збагачується азотом, гумусом і при цьому зростає його зольність.

У 90-х рр. минулого століття було розпочато активне вивчення мікробіологічних аспектів вермикомпостування, оскільки вермикомпост є різноманітним щодо складу мікробіоти, ніж звичайні компости, про це описано в роботах R. Atiyeh [42]. В його дослідженнях зазначено, що мікробіотичні популяції у вермикомпості засвоюють значно більшу кількість вуглецю з субстрату, а ніж мікроорганізми в традиційному компості.

Варто зауважити, що в ході вермикомпостування в субстраті переважають бактерії [40, 41, 45–47], хоча чисельність і таксономічна структура бактеріальних популяцій залежить від природи субстрату та терміну компостування [20, 24, 27, 28, 38]. Одним із важливих фактів є те ,

що вермикультура має стерилізаційний ефект щодо патогенних мікроорганізмів і вивчення санітарного стану компостів довело, що вермикомпост не містить небезпечних груп мікроорганізмів [23].

Наприкінці ХХ ст. ряд вчених R. Atiyeh, В. Иваниця, Н. Терещенко, Е. Третьякова, А. Якушев [20, 33, 34, 38, 42] займалися дослідженнями сукцесій мікроорганізмів в процесі вермикомпостування. Були досліджені мікробіологічні особливості компостування за участі Каліфорнійського черв'яка, що дозволило науково обґрунтувати той факт, що в організмі черв'яка органічна речовина змінюється, біохімічно трансформується, збагачується поживними речовинами, ферментами і мікроорганізмами. Адже кишковик черв'яка є певним «фільтром», що одночасно є ферментативною системою для мікроорганізмів [17, 34, 45]. В ході процесу вермикомпостування відбувається розвиток мікроорганізмів з різними функціональними особливостями, а також спостерігається поступове зменшення чисельності амоніфікаторів, що обумовлено зменшенням надходження легкодоступного органічного азоту [20, 22].

Н. Терещенко звертає увагу на процеси нітрифікації на перших стадіях компостування, а у процесі подальшого вермикомпостування чисельність нітрифікаторів у біогумусі поступово знижується. Також впродовж перших 2 місяців функціонування компосту, спостерігається активізація денітрифікаційних процесів, що спричиняють втрати азоту. Тому починаючи десь із 3-го місяця вермикультивування відбувається зниження темпів денітрифікації [20, 22]. Також в такому компості спостерігається пряма залежність між вмістом рухомих сполук фосфору і чисельністю мікроорганізмів. Останні розкладають органічні і мінеральні фосфати. В процесі створення біогумусу, неспорові мікроорганізми беруть участь у розчиненні мінеральних фосфатів [22]. Таку особливість Н. Терещенко пояснює посиленням мінералізації органічної речовини субстрату при вермикомпостуванні за участі Каліфорнійського черв'яка, що сприяє накопиченню в субстраті органічних і мінеральних кислот, які забезпечують

розчинення мінеральних фосфатів і гальмують вивільнення фосфору органічних сполук.

При проходженні органічних решток через кишковик черв'яка неприємний запах субстрату просто зникає і знижується кількість так званої патогенної мікрофлори. Також зменшується об'єм відходів, а в результаті фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень у кишковику черв'яка відходи трансформуються в копроліти [26, 35].

Вермикомпост є кінцевим продуктом вермикомпостування. Вермикомпост – це дрібнозернистий продукт темного кольору, без запаху і з доброю водотривкою структурою. Якщо порівнювати з традиційними компостами, то в його біогумусі спостерігається найвищий вміст рухомих форм елементів живлення рослин. Адже у такому компості акумулюється велика кількість вітамінів, антибіотиків, амінокислот, що засвоюються рослинами. Також у біогумусі були виявлені ряд інших біологічно активних речовин, зокрема ауксини, цитокініни та ін. [18, 19, 21, 22, 23, 25 31, 32].

Таким чином, інтенсифікація вирощування черв'яків – це важливий шлях щодо наближення в умовах виробництва до розв'язання ще однієї глобальної проблеми - скорочення циклу кругообігу білка у природі. Не секрет, що тварини засвоюють їжу, у тому числі й білкову, лише частково, а решта до 40% йде у відходи. Поживні речовини перегнивають, потрапляють у ґрунт, з ґрунту - у рослину, а разом з нею - знову у їжу тварин і до людини, а черв'як споживає відходи, виробляє з них тваринний білок, скоротивши біологічний цикл на його одержання удвічі. При цьому черв'як дає таку біологічну масу, що у деяких країнах її використовують для виготовлення смачних і поживних страв. Цінність такої біологічної маси полягає не лише у власній поживності, а й у тому, що вона збалансовує годівлю і дозволяє раціонально використовувати концентрати, грубі і соковиті корми, що в свою чергу забезпечує високу їх віддачу доброякісною тваринницькою продукцією.

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 стаціонарний дослід за темою: «Розробка ефективних способів приготування компостів в органічному та біодинамічному землеробстві» (номер держреєстрації 0118U004349). Схема дослід передбачала закладку чотирьох контейнерів розмірами 2х1х1 м, що відповідає 2 м³ і при цьому компост займає об'єм 1 м³. Закладка проводилася пошарово з використанням трьохкомпонентного складу в рівних частинах кінського гною, тирси та листя.

Після досягнення оптимальних параметрів температурного (25 °С) та водно-повітряного (75 %) режимів компостної маси проводилось заселення контейнерів вермибіотою, з розрахунку 2 сім'ї на 1 контейнер (вага 1 сім'ї становила 1 кг). У кожний з контейнерів (крім контрольного) були заселені різні види черв'яка: Каліфорнійський, Дендробена, Старатель.

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

Опис дощових черв'яків детально було подано в класичній монографії О. В. Чекановської «Дощові черв'яки і ґрунтоутворення», яка була видана 1960 року і на сьогоднішній день вже стала раритетом. Хоча за останні 50 років вже отримано нові дані з біології, систематики, молекулярної біології та генетики дощових черв'яків різних видів [14, 16].

Варто відмітити, що дощових черв'яків можна знайти в більшості ґрунтів, за винятком полярних регіонів та пустель. Більш ніж 3000 видів дощових черв'яків є відомими у всьому світі, зокрема 400 видів знайдено в Європі, 40 видів знайдено в Центральній Європі. В оптимальних умовах в орному шарі ґрунту зустрічається від 4 до 11 видів дощових черв'яків.

Дощові черв'яки краще розмножуються в середньо суглинистих ґрунтах перед суглинистими піщаними, а важкі глиняні та сухі піщані ґрунти несприятливі для їхнього розвитку. У кислих торф'яних ґрунтах живуть лише особливі види черв'яків, які змогли адаптуватися до специфічних умов існування. Дощові черв'яки – це гермафродити, які розвиваються досить повільно, за винятком гнойових (компостних) черв'яків. В природних умовах за рік з'являється лише одне нове покоління із кількістю від 8 до 12 коконів (яєць). Залежно від виду дощового черв'яка, тривалість життя становить від 2 до 8 років. Щоб розпізнати статевозрілого черв'яка, потрібно звернути увагу можна на так званий «генітальний пояс», що охоплює тіло. Адже пік активності щодо розмноження припадає на березень та квітень, а також на вересень та жовтень (помірний кліматичний пояс).

Черв'як Дендробена Венета (лат. *Dendrobaena veneta* або *Eisenia Veneta*) - це представник сімейства справжніх дощових черв'яків (або

Lumbricidae), два десятиліття тому введений в Європі спеціально для використання в якості рибальської наживки. Він також відомий і під іншими назвами, такими як, європейський або бельгійський кожушок. На сьогоднішній день знайшов широке призначення у технології вермикультивування та вермикомпостування. Це досить великий черв'як, довжина якого досягає 32-х сегментів - це 12-13 см. Сприятливим середовищем для проживання хробака є торф, перегорілі гній, а також рослинні побутові відходи. *Dendrobaena veneta* розмножується шляхом відкладання яєць в особливих коконах, причому це відбувається кожні 5-7 доби. Він розвивається від яйця до статевозрілої особини протягом 100-200 днів (в залежності від вологості і температури), а тривалість життя при створенні відповідних умов може досягти 10 - 16-ти років.

Dendrobaena veneta - це найбільший компостний черв'як, який не має неприємного запаху. Під час культивування у штучних умовах його довжина може сягати до 150 мм, а маса до 2,5 г., повний цикл життя становить 100-150 днів, а період досягнення статевої зрілості триває до 65 днів, продуктивність коконів у середньому складає 0,28 штуки за день.

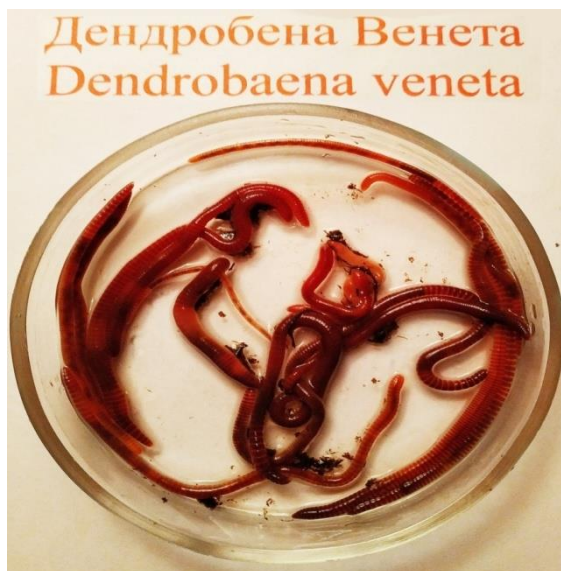


Рис. 1. Черв'як Дендробена Венета

Системи вермикомпостування відходів органічної сировини:

- **траншеї або ложка з бортами** на відкритих майданчиках. Передбачає

пошарове періодичне внесення субстрату, попередньо компостованої біомаси, періодичний полив і процес аерації шляхом використання дренажа;

- **гряди** використовуються на відкритих майданчиках, шляхом пошарового періодичного укладання субстрату, а також періодичний полив, дренаж. Такий метод дає можливість використовувати мобільні засоби механізації (перехід на суміжне укладання гряд);
- **твердофазні біологічні реактори (культиватори)** – це апарати періодичної дії, що оснащені системами завантаження біогумусу, де постійний або періодичний контакт касет з вермикультурою і відходами, примусове керування, що потребує періодичного зволоження, можливості переробки відходів без попереднього компостування;
- **контейнери, ящики піддони** на стелажах в закритих приміщеннях з природним вентиляванням і періодичним поливом, використовується стаціонарне обладнання для механізації технологічних операцій.

В наших дослідженнях, ми використовуємо систему контейнерів, оскільки вони призначені для технології вермокомпостування у невеликій кількості. Найважливіша перевага даного методу полягає в тому, що технологія отримання компосту і вермикомпосту є досить простою і доступною.



Рис 2. Загальний вигляд компостного контейнера

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агроєкологічна ефективність контейнерної технології вирощування черв'яка Дендробена Венета

За умов вирощування черв'яка Дендробени Венети контейнерним методом однією із важливих умов є період компостування. Процеси росту та розвитку черв'яків залежать від цілого ряду чинників: температури, вологості, відкладання коконів (яєць) та періоду їх інкубації. У 2019 році ми провели два періоди досліджень, тривалість кожного з них становила три місяці.

В таблиці 3.1. можна спостерігати, що в перший період з квітня по червень процес адаптації черв'яка Дендробена Венета тривав на 7 днів довше аніж другий період (липень - вересень). Ми вважаємо, що це пов'язано з температурними режимами, оскільки в перший період спостерігалися знижені температури. Даний показник вплинув і на кількість відкладених яєць, оскільки різниця між періодами становила 15 яєць (коконів), а період інкубації з квітня по червень становив близько 47 днів, тоді як з липня по вересень середній інкубаційний період склав 22 дня. Тому, провівши аналіз отриманих результатів, можна зробити висновок, що інтенсивність розвитку черв'яка Дендробена Венета залежить в першу чергу від періоду закладки компосту і найкраще себе проявляє в період з липня по вересень.

Таблиця 3.1

Цикл розвитку популяції черв'яка Дендробени Венетта для закладки компосту (трьохмісячний цикл), 2019 -2020 рр.

Показники	Трьохмісячний період	
	Квітень, травень, червень	Липень, серпень, вересень
Адаптаційний період, днів	15	8
Кількість відкладених коконів, штук	28	43
Інкубаційний період, днів	47	22

З метою підтвердження впливу температурних режимів на розвиток коконів, ми провели лабораторний дослід щодо визначення впливу температурних режимів на тривалість періоду інкубації коконів (яєць) та відсоткове вилуплювання з них черв'яків. Звернемо увагу на таблицю 3.2, де нами підтримувалися температурні режими 10 та 20 °С. Варто відмітити, що при більш низьких температурних режимах тривалість періоду інкубації збільшується і зростає відсоток виходу молоді.

Таблиця 3.2

Тривалість інкубаційного періоду коконів черв'яка Дендробени Венети в залежності від температури, 2019 -2020 рр.

Температура, °С	Вилуплювання, %	Тривалість інкубаційного періоду, днів
10	86,2	83
20	62,4	26

При підвищенні температури тривалість інкубаційного періоду знижується, що, в свою чергу, призводить до зниження виходу черв'яків з коконів. Тому робимо висновок, що температурний фактор впливає не лише на тривалість процесу інкубації, але й на вихід черв'яків з коконів. Дана інформація є важливою для підтримки оптимальних температурних режимів в компостному середовищі, а також є дієвим методом регулювання чисельності черв'яка Дендробени Венети.

При проведенні досліджень ми відібрали по 1 кг субстрату разом із черв'яками та розраховали кількісні показники вермибіотичної активності. Для достовірності результатів ми порівняли кількісні показники з контрольним варіантом та з альтернативним видом черв'яка Старателем. Тому з таблиці 3.3, ми можемо спостерігати, що середня кількість черв'яків репродуктивного віку в готовому компості черв'яка Дендробени Венети становить 7 штук, а це на 2 одиниці менше в порівнянні з кількістю черв'яків виду Старатель. Також кількість коконів (яєць) в черв'яка Дендробени

Венети на 60 штук більша. Черв'як Дендробена Венета переважає черв'яка Старателя по кількісних показниках відкладання коконів (яєць), але поступається йому у відсотковому виході молодого черв'яка з яйця.

Таблиця 3.3

**Кількість (штук) черв'яка Дендробени Венети
на кінцевому етапі компостування, 2019 -2020 рр.**

Вид вермибіоти	Кокони (яйця), шт.	Малий черв'як, шт.	Репродуктивний черв'як, шт.
Контроль	-	-	-
Дендробена	153	46	7
Старатель	93	80	9

Ми проаналізували вагові показники різних видів вермибіоти в готовому субстраті. В таблиці 3.4 черв'як Дендробена Венета переважає черв'яка Старателя в розмірах, оскільки середня вага репродуктивного черв'яка Дендробени Венети становить 2,8 г, при тому що у черв'яка Старателя вага становить 3,4 г. Тому, оцінюючи загальні показники ваги коконів молодих черв'яків та черв'яків репродуктивного віку нами було відмічено, що черв'як Дендробена Венета поступається загальній масі черв'яка Старателя.

Таблиця 3.4

**Маса черв'яка Дендробени Венети на кінцевому етапі компостування,
2019 р.**

Вид вермибіоти	Кокони вага, г	Малий черв'як, вага, г	Репродуктивний черв'як, вага, г	Загальна вага черв'яків, г
Контроль	-	-	-	-
Дендробена	8,6	10	2,8	21,4
Старатель	5,6	16,8	3,4	25,8

Варто відмітити, що важливими аспектами при культивуванні черв'яка Дендробени Венети є отримання кінцевого продукту компосту, тобто біогумусу, а основні агрохімічні показники біогумусу наведені в таблиці 3.5.

Ми проаналізовано якісні агрохімічні показники біогумусу за різних строків компостування і визначили, що отриманий компост має кращі агрохімічні показники за умов компостування в більш теплий період. Стосовно показників по вмісту гумусу, то зростання його кількості з 11,2 % до 12,3 % спостерігається в липнево-вересневий період, азоту - з 2,8 до 3,3 %.

Таблиця 3.5

Агрохімічний аналіз компосту (біогумусу) при використанні черв'яка Дендробени Венети, 2019 -2020 рр.

Показники	Одиниці виміру	Трьохмісячний період	
		Квітень, травень, червень	Липень, серпень, вересень
Вологість	%	49,0	52,4
pH сольове	-	9,0	9,1
Азот	%	2,8	3,3
Фосфор	%	2,8	2,8
Калій	%	3,3	3,7
Вміст гумусу	%	11,2	12,3

Ми вважаємо, що така різниця щодо агрохімічних показників зумовлена інтенсивністю розвитку мікробіологічної активності, підвищеними процесами трансформації та розкладом органічної речовини. Тому можна сміло зазначати, що найкращий період закладки компосту – це найбільш теплий період, оскільки за сприятливих теплих температурних умов формуються кращі агрохімічні показники.

3.2. Економіко-енергетична ефективність створення компосту (біогумусу) при використанні черв'яка Дендробени Венети

Еколого-економічна ефективність технологічного процесу дає можливість оцінити обрану технологію вермикомпостування та утворення біогумусу з енергетичної точки зору, оскільки це є важливим аспектом в розумінні ефективності технології та доцільності її впровадження. Економічна ефективність може змінюватися в залежності від нестабільної цінової політики на гній, солому, зелену масу, маточне поголів'я черв'яка, вартість оплати праці і ряд інших факторів. Варто зауважити, що економічна ефективність технологічного процесу демонструє ефективність технології на конкретний період, а енергетичні показники є сталими і показують конкретний вихід енергії з одиниці готової продукції таблиця 3.6.

Таблиця 3.6

Технологія виробництва біогумусу при використанні черв'яка Дендробени Венети, 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

Таким чином, за результатами економічної ефективності використання зазначеної технології вермикомпостування (в даному випадку використання червяка Дендробени Венети) дає можливість отримати прибуток в розмірі 3660 грн. з 1 т. Енергетична цінність черв'яка Дендробени Венети складають 24 кДж/г.

Варто звернути увагу на результати, що показали в 1 кг готового біогумусу міститься 19,4 г вермибіоти. Тому, енергетична цінність 1 кг біогумусу з наявною в ній вермибіотою становить 465,6 кДж, а енергетична цінність 1 т - 465600 кДж.

Тому, враховуючи вище викладену інформацію, ми можемо зробити висновок, що як з енергетичної, так і з економічної точки зору культивування черв'яка Дендробени Венети в технологічному процесі розкладу органічної сировини є досить ефективним та економічно привабливим методом.

ВИСНОВКИ

1. Цикл розвитку черв'яка Дендробени Венети залежить від періоду закладки компосту і найкращі результати спостерігаються в період з липня по вересень і становлять 21 день.
2. На процес інкубації та вихід черв'яка Дендробени Венети з коконів впливає температурний фактор, а оптимальні температурні параметри в компостному середовищі коливаються в межах від 20 до 22 °C
3. При формуванні компосту в більш теплий період, спостерігаються кращі агрохімічні показники, зокрема найбільш високі показники відзначаються по вмісту гумусу, коли його кількість зростає в липнево-вересневий період з 11,2 % до 12,3 %, а кількість азоту збільшується з 2,8 до 3,3 %.
4. Економічна ефективність створення компосту (біогумусу) з черв'яком Дендробена Венета дає можливість отримати прибуток в розмірі 3660 грн. з 1 т.
5. Енергетична цінність 1 кг біогумусу з наявною в ній вермибіотою черв'яка Дендробени Венети становить 465,6 кДж, а енергетична цінність 1 т складає 465600 кДж.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані нами результати засвідчили достатньо високу ефективність вермикомпостування та можливість практичного використання наведених технологій в господарствах різних форм власності особливо за умов переходу на біологічні технології або органічне сільське господарство.

Тому технологію вермикомпостування контейнерного типу ефективно запроваджувати в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності з можливістю використання в якості вермибіотичного середовища черв'яка Дендробени Венети. Це дасть змогу покращити не лише агрохімічні показники компосту, але й дозволить скоротити термін компостування (отримання біогумусу) майже в 2 рази, при цьому додатково акумулюється близько 465600 кДж на 1 т готового органічного добрива. Варто відмітити, що дана технологія сприяє швидкій мінералізації та ефективному використанню сільськогосподарських культур при умові впровадження органічних та екологічнобезпечних технологій вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроєкологія / 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. Дульгерев. - 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 агроєкосистем при застосуванні нових видів добрив / А. В. Бикін: автореф дис. 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. Ваксман С. А. Гумус. Происхождение, химический состав, значение его в природе / С. А. Ваксман. - М.: Сельхозиздат, 1937. - 471 с.
14. Васильев В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. В. Филиппов. - М.: Рoesельхозиздат, 1984. - 254 с.
15. Вермикомпостирование и вермикультивирование. Сборник научных трудов. ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». - Минск, 2013. - 248 с.
16. Вильямс В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс. - М.: Сельхозиздат, 1939. - С. 140-157.
17. Винник В. В. Перспективы использования вермикультури для восстановления нефтезагрязненных почв / В. В. Винник // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Новочеркасск: Технические науки. - 2004. - №3 (127). - С. 106-107.
18. Войнова-Райкова Ж. В. Микроорганизмы и плодородие / Ж. В. Войнова-Райкова. - М.: Агропромиздат, 1986. - 120 с.
19. Волкогон В. В. Біологічний стан і родючість ґрунтів України / В.В. Волкогон // Посібник українського хлібороба. - 2010. - С. 56-60.
20. Высоцкий Г. Н. Дождевой червь / Г. Н. Высоцкий // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства. - 1900. - Т. 2. - С. 12-39.
21. Ганжара Н. Ф. Гумус, свойства почв и урожай / Н. Ф. Ганжара // Земледелие. - 1989. - №12. - С. 23-28.
22. Гармаш С. М. Вплив біогумату на врожайність овочевих культур / С. М. Гармаш // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. - Дніпропетровськ, 2009. - № 1. - С. 53-55.
23. Гармаш С. М. Дослідження агрохімічних, фізіолого-біохімічних та мікробіологічних властивостей екологічно безпечного добрива біогумусу / С. М. Гармаш // Вопросы химии и химической технологии. - 2008. — № 3. - С. 32-34.
24. Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почв / К. К.

Ге-дройц. - М.: Сельхозиздат, 1933. - 205 с.

25. Гоотас Х. В. Компостирование / Х. В. Гоотас, В. Харольд // Изд. Всемирной организации здравоохранения. - Женева, 1956. - 361 с.

26. Гордиенко Л. Е. Гумисол как элемент биоорганического земледелия / Л. Е. Гордиенко, И. Н. Титов // Мат. I Междунар. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». - (Владимир, 16-19 марта 2002 г.). - Владимир, -С. 184-187.

27. Горова А. І. Гумінові речовини / А. І. Горова, Д. С. Орлов, О. В. Щербенко. - К.: Наукова думка, 1995. - С. 201-210.

28. Городний Н. М. Вермикультура и ее использование / Н. М. Городний, Ю. В. Морев // Информ. письмо УСХА и НИИ биологии АН Кирг. ССР.-К., 1988.-5 с.

29. Дарвин Ч. Образование почвенного слоя деятельностью дождевых червей и наблюдение над образом жизни последних / Ч. Дарвин; пер. с англ. М. А. Мензбира. - М., 1982. - 132 с.

30. Дегодюк Е. Г. Вирощування екологічно чистої продукції / Е. Г. Де-годюк. - К.: Урожай, 1992. -318 с.

31. Носко Б. С. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / Б. С. Носко, Б. С. Прістер, М. В. Лобода та ін.; За ред. Б.С. Носка, Б. С. Прістера, М. В. Лободи. - К.: Урожай, 1994. - 336 с.

32. Дождевые черви и плодородие почв. Сборник международной конференции, ОАО «Грин-ПИКБ». - Владимир, 2002. - 305 с.

33. Дьяконова К. В. Роль органического вещества / К. В. Дьяконова // Земледелие. - 1988. - № 1. - С. 25-26.

34. Евилевич А. З. Утилизация осадков сточных вод / А. З. Евилевич, М. А. Евилевич. - Л.: Стройиздат, 1988. - 248 с.

35. Еськов Л. И. Методы анализов органических удобрений / Л. И. Еськов, С. И. Тарасов. - М.: Россельхозиздат, 2003. - 552 с.

36. Жариков Г. А. Утилизация отходов микробиологической промышленности методом вермикомпостирования / Г. А. Жариков // Экология.

1993. -№ 1.-С. 21-23.

37. Жуков О. В. Біологічне різноманіття України (Дніпропетровська область). Дощові черв'яки / О. В. Жуков, О. С. Пахомов, О. М. Кунах. - Дніпропетровськ: ДНУ, 2007. - 371 с.

38. Звіти Чернігівського інституту АПВ НААН з вивчення ефективності «Вермимаг» та «Вермийодіс», 2011-2013. -45 с.

39. Иванов В. Ф. Использование нетрадиционных субстратов в вермипроизводстве / В. Ф. Иванов, Б. Н. Колуиаев // Химия в сельском хозяйстве. 1994.-№ 4.-С. 10-11.

40. Колисник Н. М. Биостимулятор роста и развития растений «Вермистим» / Н. М. Колисник, И. Н. Титов // Сб. «Дождевые черви и плодородие почв». - Владимир, 2002. - С. 192-195.

41. Колісник Н. М. Застосування біостимуляторів - добрив «Вермимаг» та «Вермийодіс» при вирощуванні зернової і силосної кукурудзи / Н. М. Колісник. - Посібник українського хлібороба. - К., 2014. - Т. 1. - С. 166.

42. Мельник И. А. Биоконверсия - перспективное направление агробиологической науки и практики / И. А. Мельник // Дождевые черви и плодородие почв: I Междунар. науч.-практ. конф.: тезисы докл. - Владимир, 2002- с.36-39

43. Мельник І. П. Рекомендації по застосуванню соломи та інших рослинних решток на добрива /І. П. Мельник. - Івано-Франківськ: ТОВ «Місто НВ», 2008. - 25 с.

44. Мерденко І. М. Розрахунки кількості складових компонентів для приготування компосту «Біотерм» // Збірник наукових праць ПДАТУ. - Кам'янець-Подільський, 2007. - № 15. - С. 210-213.

45. Методика оценки новых видов органических удобрений по энергетическому критерию. - М.: ВНИПТИОУ, 1997. - С. 3-12.

46. Методики определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских

и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - К.: Урожай, 1986. - 45 с.

47. Писаренко В. П. Методичні рекомендації з основ органічного землеробства для фермерів / В. П. Писаренко, А. С. Антоненко, В. М. Писаренко. Полтава, 2013. - 60 с.

48. Сендецький В.М. Удосконалення технологій виробництва органічного добрива «Біогумус» методом вермикультивування / В.В. Сендецький // Вісник Прикарпатського НУ ім. В. Стефаника.-2013.-Вип.17.- С.231

49. Титов И. Н. Вермикюльтура: переработка органической фракции отходов / И. Н. Титов // Твердые бытовые отходы. - 2008. - №8. - С. 18-24.

50. Титов И. Н. Дождевые черви / И. Н. Титов. - М.: ООО «МФК Точка опоры», 2012. - 352 с.

51. 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.

52. Appelhof, M. Worms Eat My Garbage. 2nd. Ed. Kalamazoo, MI: Flower Press, 1977. - 163 p.

53. Arancon NQ, Edwards CA, Dick R, Dick L (2007). Vermicompost Tea Production and Plant Growth Impacts; Biocycle (November). - P. 51-52.

54. Barea, J.M. Effects on plant growth produced by *Azotobacter paspali*

55. Edwards, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic waste. In: Edwards, C.A. (ed.), Earthworm Ecology. St. Lucie Press, Boca Raton, FL, 1998.-P. 120-162.