

## АГРОНОМІЯ

УДК 631.333.92:628.473

**Впровадження механізованого вермикомпостування для утилізації рослинних відходів садово-паркових господарств**Сенчук М.М. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Сенчук М.М. Впровадження механізованого вермикомпостування для утилізації рослинних відходів садово-паркових господарств. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 137–145.

Senchuk M. Introduction of mechanized vermicomposting for utilization of vegetable waste of horticultural farms. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 137–145.

Рукопис отримано: 08.11.2021 р.

Прийнято: 23.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-137-145

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких під час перероблення вермикомпостуванням одержують цінне добриво–біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Із цих відходів готують субстрат – корм для черв'яків. Іноді використовують субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю.

Необхідність технологічного процесу перероблення вермикомпосту в товарний біогумус обумовлена такими чинниками:

У статті йдеться про доцільність використання технології вермикомпостування в садово-парковому господарстві.

Розроблено рекомендації для впровадження технології вермикультивування в садово-парковому господарстві. Передусім необхідно підготувати субстрат такого складу: бадилля рослин; перепріла тирса; листя дерев; торф, вапно (до 2 % від ваги субстрату).

Субстрат має пройти ферментування не менше 3 місяців, зимою 3–5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців за вологості 70–80 %. Готовність субстрату до споживання визначають за відношенням вуглецю до азоту – приблизно 20, за рН 6–8.

Вибірання біогумусу-сирцю проводять двічі на рік. Після чого його використовують як добриво, або переробляють.

Якщо переробляти подрібнені гілки, то повне вибірання можна проводити через 1,5 роки.

Встановлено залежність для визначення необхідної біомаси дощових черв'яків від продуктивності вермигосподарства з перероблення встановленої маси субстрату за рік вермикультивування.

Визначено, що для створення вермигосподарства продуктивністю 100 т субстрату/рік необхідно 10 кг біомаси дощових черв'яків, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрату/рік – 182 кг.

Наведені методичні основи механізованих вермигосподарств дають змогу проводити розрахунки, необхідні для перероблення відходів рослинного походження в садово-паркових господарствах і отримання біогумусу й біомаси дощових черв'яків.

Впровадження цієї технології сприяє безпечній утилізації відходів рослинного походження садово-паркового господарства: листя дерев, відходів квіткового виробництва тощо з отриманням високоефективного добрива – біогумусу.

**Ключові слова:** вермикомпостування, дощові черв'яки, біогумус, обладнання, органічні відходи.

- біогумус є товаром на світовому ринку;
- переробленням відділяють найбільш цінну гуміновмісну частину;
- ефективність і зручність для локального механізованого внесення в ґрунт, створення органо-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

Внесення нестандартного біогумусу-сирцю в ґрунт потребує відповідного підвищення його дози. Якщо за загального внесення в ґрунт оптимальна доза біогумусу становить 3–3,5 т/га, а біогумусу-сирцю – 4–5 т/га [1],

то за локального його внесення оптимальна доза становить лише 250–300 кг/га. У зв'язку з цим біогумус-сирець, призначений для реалізації, переробляють. Після відділення черв'яків від вермикомпосту, підсушування його до вологості 40...50 % і подрібнення, біогумус розділяють на три фракції залежно від величини гранул [1]: найдрібніша (гранули до 1 мм), дрібна (до 2 мм), крупна (до 3 мм).

Якість біогумусу має відповідати таким вимогам: вологість – 30–40 %; вміст органічної речовини – 20–30 %; вміст водорозчинних солей – 0,5 %, рН – 6,8–7,2; вміст загального азоту – 1 %, загального фосфору ( $P_2O_5$ ) – 1,5 %, загального калію ( $K_2O$ ) – 1 %, магнію – 1 %, кальцію – 4 % [1]. Біогумус також не має містити речовин, які біологічно не переробляються (полімерів, каміння, скла, металу та ін.).

Необхідно відмітити, що висока ефективність застосування біогумусу визначається багатством флори бактерій (до 2000 млрд колоній в 1 г біогумусу за 150–300 млн колоній в 1 г гною тварин), вмістом великої кількості необхідних рослинні елементів живлення в засвоєній формі, реакцією середовища (рН 6,8–7,2), близькою до нейтральної, що створює в ґрунті умови, які утруднюють розвиток хвороб. Крім цього, якість біогумусу обумовлена відсутністю патогенної мікрофлори [1].

Одним з основних чинників, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінне годування, обумовлене переважно протеїновим і амінокислотним складом раціонів. Тому біомаса черв'яків є одним з ефективних джерел забезпечення тварин і птиці високоякісними білковими кормами.

Дослідження, проведені Риженком М. [3], довели, що краще використовувати біомасу черв'яків на корм птиці і риби в живому вигляді, свиням – у вигляді пульпи, а коровам – у вигляді борошна. Для годівлі птиці найбільш раціональним способом одержання білкового корму є подрібнення дощових черв'яків і змішування біомаси з наповнювачем [3–5]. Як наповнювач можна використовувати розсипний комбікорм дрібного помелу.

Аналіз наукових розробок показав, що ведуться пошуки і дослідження з широкого кола проблем та інтересів, пов'язаних з вермикультуванням. Ці роботи можна класифікувати за такими напрямками:

- утилізація відходів вермикомпостуванням [1, 2, 6–14];
- екологічні аспекти вермикультування [15, 16];

- одержання біологічно активних препаратів з біомаси черв'яків [3–5, 17–19];

- розроблення добрив нового покоління на основі біогумусу [20, 21];

- дослідження ефективності вермикультування [22, 23];

- розроблення стандартів на продукцію вермикомпостування [24];

Актуальним завданням для дослідження є доцільність використання технології вермикультування в садово-парковому господарстві.

Необхідність технологічного процесу перероблення вермикомпосту в товарний біогумус у садово-парковому господарстві обумовлена такими чинниками:

- біогумус є товаром на світовому ринку;
- переробленням відділяють найбільш цінну гуміновмісну частину;

- ефективність і зручність для локального механізованого внесення в ґрунт, створення орґано-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

**Метою дослідження** є розроблення рекомендацій для впровадження технології вермикультування в садово-парковому господарстві для перероблення відходів рослинного походження.

**Матеріал і методи дослідження.** Тривалість вермикультування визначається з формули 1 за умови, що ступінь вмісту копролітів у вермикомпості має становити не менше 60 %, один черв'як у середньому важить 1 г і в добу поїдає субстрату вагою рівною його вазі:

$$\tau = 0,6 \frac{1000}{X_1}, \quad (1)$$

$X_1$  – питомий вміст черв'яків у субстраті, г/кг.

Фактичну тривалість вермикультування визначають за формулою:

$$\tau_e = \tau \cdot l_b, \quad (2)$$

де  $\tau_e$  – фактична тривалість вермикультування, діб;

$l_b$  – коефіцієнт гарантії технологічного процесу ( $l_b = 1-1,5$ ).

Річна продуктивність вермінкубатора визначається за формулою:

$$M_b = M_T \cdot l_b \quad (3)$$

де  $M_b$  – річна продуктивність вермінкубатора, т/рік;

$M_T$  – розрахункова маса субстрату, який перероблять черв'яки в біогумус, т/рік.

Тут:

$$M_T = M_0 \tau (R + R^2 + \dots + R^i) \quad (4),$$

де  $M_0$  – маса дощових черв'яків на початку року, т;  
 $\tau$  – період, за який визначено збільшення біомаси черв'яків у вермикомпості, діб;

$R$  – показник збільшення маси черв'яків за встановлений період, разів

$$i = \frac{365}{\tau} \quad (5)$$

Важливо відмітити, що на різних видах субстрату розвиток черв'яків проходить неоднаково, і фізико-хімічний склад біогумусу різний. За даними НДЦ „Біогумус”, за 1,5 місяці в субстраті на основі курячого посліду біомаса черв'яків збільшилась у 4 рази, на основі свиного гною – у 3 рази, на основі гною ВРХ – у 2,8 рази, на основі осаду стічних вод – у 2,6 рази [1].

За заданої маси субстрату, яку необхідно переробити в біогумус за рік, визначають необхідну для придбання масу черв'яків:

$$M_0 = \frac{M_T}{\tau (R + R^2 + \dots + R^i)} \quad (6)$$

Максимальна місткість вермиінкубатора розраховується за формулою:

$$M_{b \max} = \frac{M_b \cdot \tau_e}{365} \quad (7)$$

де  $M_{b \max}$  – максимальна місткість вермиінкубатора, т.

Практичний досвід вермикультивування і наукові дослідження свідчать про те, що три-

валість перероблення субстрату в біогумус на відкритому майданчику залежить від кліматичних умов і якості виконання технологічного регламенту вермикультивування, який становить зазвичай 3 місяці, де  $\tau_e$  – приймається як 90 діб. Перероблення проводять переважно у два цикли,  $i=2$ .

Початкова маса черв'яків визначається за формулою 8. Річний вихід біогумусу сирцю визначають за формулою:

$$M_T = M_0 \tau_e (R_b + R_b^2), \quad (8)$$

$$\text{де } R_b = R \frac{\tau_e}{\tau} \quad (9)$$

Слід відмітити, що ця методика розрахунку вермигосподарства розроблена автором статті і стандартизована СОУ 24.15-37-506:2007 [24].

### Результати дослідження та обговорення.

**Підготовка майданчика для вермикультивування.** Вермикультивування в садово-парковому господарстві рекомендовано проводити на майданчиках відкритого типу.

На відкритому майданчику субстрат переробляють в ложах (буртах, рис. 1).

Бажано, щоб майданчик мав тверде покриття.

Необхідну кількість буртів визначають за формулою:

$$n_\delta = \frac{M_b^1}{l_\delta \cdot b_\delta \cdot h_\delta \cdot \rho} \quad (10)$$

де  $l_\delta, b_\delta, h_\delta$  – відповідно: ширина, довжина і висота бурта, мм;

$\rho$  – питома маса субстрату, т/м<sup>3</sup>.



Рис. 1. Вид вермигосподарства відкритого типу.

$$\text{Тут } M_b^1 = M_0 \tau e \cdot R_b^2 \quad (11)$$

Параметри майданчика визначають за формулами:

- ширину:

$$b_m = n_\delta \cdot b_\delta + b_{np} \cdot n_{np}, \quad (12)$$

де  $b_m$  – ширина майданчика, м;

$b_{np}$  – ширина проходу між буртами, м;

$n_{np}$  – кількість проходів;

- довжину:

$$l_m = l_\delta + 2b_3, \quad (13)$$

де  $l_m$  – довжина майданчика, м;

$b_3$  – ширина заїзду між буртами, м.

Площу майданчика визначають за формулою:

$$F_m = b_m \cdot l_m \quad (14)$$

де  $F_m$  – площа майданчика, м<sup>2</sup>.

**Підготовка субстрату.** Перед початком впровадження технології вермикюльтивування необхідно підготувати субстрат. Рекомендовано використовувати такий склад субстрату:

- бадилля рослин;
- перепріла тирса;
- листя дерев;
- торф, вапно (до 2 % від ваги субстрату).

Субстрат має пройти ферментування не менше 3 місяців, зимою 3–5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців за вологості 70–80 %. Готовність субстрату до спо-

живання визначають за відношенням вуглецю до азоту – приблизно 20, за рН 6–8.

Підготовлений субстрат складають у вигляді довгих буртів, які називаються компостними рядами, вручну, або за допомогою навантажувачів чи самоскидів. Компостні ряди мають приблизно трикутну форму в перерізі, їх висота і ширина може бути різною, але рекомендується, щоб для природної аерації їх висота не перевищувала 1,5 м, а ширина 2,5 м.

**Вермикюльтивування** – це процес розведення дощових черв'яків. Коли субстрат підготовлений в буртах (ложах) розмірами: довжина – залежить від довжини майданчика, м; ширина – 2,5 м; висота – 0,2 м (рис. 2), у нього запускають дощових черв'яків (каліфорнійських) (рис. 3).

Норма закладення – від 700 до 1500 штук на метр кубічний субстрату, це орієнтовно від 700 до 1500 г біомаси дощових черв'яків. Придатність субстрату для запуску дощових черв'яків визначається розміщенням 50 особин в субстрат. Якщо вони його заселили, і ніяких негативних явищ немає, то додають решту, рівномірно розміщуючи їх на поверхні субстрату.

Початкову масу дощових черв'яків визначають залежно від необхідної маси перероблення субстрату в біогумус упродовж року за формулою (6):

$$M_0 = \frac{M_T}{\tau(R + R^2 + \dots + R^i)}$$

Тут  $\tau$  рекомендується приймати за 130 діб, тоді  $i = 2$ . Із умови, за 1,5 місяці (45 діб) збільшення біомаси дощових черв'яків у 3 рази:

$$R = \frac{130}{45} \cdot 3 = 8,7 \text{ рази.}$$



Рис 2. Вигляд поверхні бурта з вермикюльтивуваним субстратом.



Рис. 3. Вигляд біомаси дощових черв'яків.

Графічну залежність необхідної початкової маси дощових черв'яків до планової маси річної переробки субстрату показано на рисунку 4.

Вологість компосту є одним із важливих екологічних чинників життєдіяльності черв'яків. Недостатня вологість вермикомпосту призводить до їх загибелі. Тому для підтримання вологості у вермикомпості на рівні 80 % використовують стаціонарні, або мобільні поливальні установки.

Аерація передбачає насичення вермикомпосту атмосферним повітрям і виведення з нього шкідливих газів, яка забезпечується створенням приблизно 15 вертикальних отворів у розрахунку на 1 м<sup>2</sup> бурта діаметром по 5 см.

Швидкість перероблення корму залежить від багатьох обставин: умов утримання черв'яків, складу субстрату, кіль-

кості черв'яків, тому необхідно приділяти увагу годівлі черв'яків. Переважно підгодовлю черв'яків свіжим субстратом проводять через конкретну кількість діб (7–9 діб), розстеляючи його на поверхні вермикомпосту товщиною до 10 см вручну, або за допомогою технічного засобу для закладання бургтів.

У вермикультивуванні настають періоди, коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимально допустиму норму (100000 шт/м<sup>2</sup>), і виникає необхідність частину черв'яків вибирати із культури. Це передбачає неповне їх вибирання. За неповного вибирання черв'яків внесення в культуру свіжого корму припиняють, і через 10 діб вносять свіжий корм шаром товщиною 10 см. Після цього через 10 діб шар субстрату з черв'яками знімають, а на його місце наносять свіжий корм.

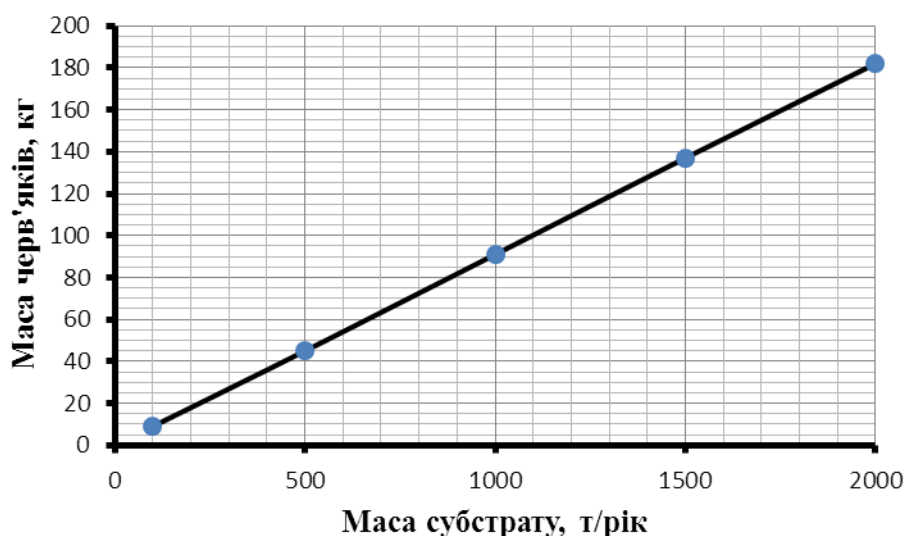


Рис. 4. Залежність необхідної маси дощових черв'яків від маси субстрату, яку необхідно переробити впродовж року.

Повне вибирання черв'яків проводять для отримання біогумусу-сирцю. За повного вибирання проведену вище процедуру повторюють 3–4 рази, і відбирають до 90–95 % черв'яків, які надалі використовуються у виробничих цілях (заселення нових лож, їх реалізація, використання на корм сільськогосподарським тваринам і птиці).

Вибирання біогумусу-сирцю проводять двічі на рік. Після чого його використовують як добриво, або переробляють (рис. 5).

Якщо переробляти подрібнені гілки, то повне вибирання можна проводити через 1,5 роки.



Рис. 5. Біогумус-сирець.

**Перероблення біогумусу-сирцю в товарний біогумус.** Попереднє перероблення вермикомпосту складається з технологічних операцій: подрібнення і відділення твердих включень і грудок.

Однією з основних і трудомістких операцій перероблення вермикомпосту є відділення черв'яків від компосту. Аналізуючи наявні способи відділення черв'яків від компосту, їх можна класифікувати у такий спосіб: відділення вручну, механічне відділення, відділення під впливом зовнішніх чинників та комбіноване відділення.

Сушіння біогумусу-сирцю застосовують для зниження вологості продукту до 40–50 %, і виконують в умовах навколишнього середовища або в сушарках.

Подрібнення біогумусу-сирцю проводять з метою руйнування грудок. У західних країнах біогумус після сушіння і подрібнення розділяють за величиною гранул на три фракції: найдрібніша – гранули розміром до 1 мм, дрібна – до 2 мм і крупна – до 3 мм.

**Комплектування технологій вермикультивування технічними засобами.** Комплектування технологій вермикультивування тех-

нічними засобами пов'язано з обґрунтуванням варіантів найбільш ефективної їх експлуатації.

Оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу визначають за формулою:

$$X = \frac{RP \cdot \tau}{T}$$

де  $X$  – оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу, т, м<sup>3</sup>;

$R$  – ресурс технічного засобу, год;

$\Pi$  – продуктивність технічного засобу, т/год, м<sup>3</sup>/год і т.д.;

$T$  – строк служби технічного засобу, років;

$\tau$  – коефіцієнт використання змінного робочого часу.

Необхідну кількість технічних засобів для виконання заданого обсягу робіт за виконання технологічної операції визначають за формулою:

$$n_{m.z.} = \frac{Q}{\Pi \cdot t \cdot \kappa_z \cdot \tau \cdot m}$$

де  $n_{m.z.}$  – необхідна кількість технічних засобів, шт.;

$Q$  – необхідний обсяг виконання робіт, т, м<sup>3</sup>;

$t$  – тривалість зміни, год;

$\kappa_z$  – коефіцієнт змінності;

$m$  – тривалість виконання робіт.

**Висновки.** Встановлено можливість використання технології вермикультивування для перероблення відходів рослинного походження в садово-парковому господарстві. Процес перероблення субстрату в біогумус дощовими черв'яками на основі листя дерев проходить аналогічно переробленню субстрату на основі соломи і триває до трьох місяців. Субстрат на основі подріблених гілок дерев переробляється в біогумус дощовими черв'яками упродовж 1,5 року.

Визначено, що для створення вермигосподарства продуктивністю 100 т субстрату/рік необхідно 10 кг біомаси дощових черв'яків, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрату/рік – 182 кг.

Наведені методичні основи механізованих вермигосподарств дають змогу проводити розрахунки, необхідні для перероблення відходів рослинного походження в садово-паркових господарствах і отримання біогумусу й біомаси дощових черв'яків.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Городний М.М., Мельник І.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. К.: Урожай, 1990. 285 с.
2. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: монографія / за ред. В.В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.
3. Риженко Н. Использование продуктов вермипроизводства в сельском хозяйстве. Достижение науки и техники АПК. 1992. №1. С. 15–18.
4. Дубинская А.П., Сбитнева Н.Д. Получение экологически чистых кормовых добавок на основе вермикюльтуры: тезисы докладов 3 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов”. М.: Ассоциация "Биоконверсия". 1994. С. 52–53.
5. Дубинская А.П., Сбитнева Н.Д. Получение кормовых экологически чистых продуктов на основе вермикюльтивирования. Биоконверсия органических отходов: тезисы докладов 3 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов”. М.: Ассоциация "Биоконверсия". 1994. С. 98–100.
6. Шпякіна А.І. Семенова О.А., Семенова О.І. Біотехнологічні методи переробки відходів тваринництва. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Тернопіль, С. 210–212.
7. Технологічні аспекти переробки органічних відходів АПК методом вермикюльтивування / В.М. Сендецький та ін. Івано-Франківськ: Фоліант, 2010. 53 с.
8. Nagar R., Titov A., Bhati P. Vermicomposting of Leaf-litters: Way to convert waste into Best. Int. J. Curr. Sci. 2017, 20(4). P. 25–30.
9. Швед О.В., Буцяк В.І. Перспективи альтернативності субстратів опавших листів в вермикюльтивуванні. Technologica aspect of modern agricultural production and environmental protection. Proceedings XIII International scientific-applied conference. da Rostim. Алмата, Казах. ун-т, 2017. С. 102–103.
10. Сендецький В.М. Переробка органічних відходів у біогумус методом вермикюльтивування. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН". 2009. Вип. 1–2. С. 50–55.
11. Скіп О.С., Буцяк В.І., Печар Н.П. Активність ферментації субстратів за різного кількісного співвідношення компосту з опалого листя та гною ВРХ у процесі вермикюльтивування *Eisenia foetida*. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13, № 4 (50), ч. 2. С. 209–212.
12. Mandal S., Chakravorty P.P., Kundu J.K. Relative Toxicity of two Selected Fungicides on Acid Phosphatase and Alkaline Phosphatase activity of Epigeic Earthworm *Eisenia Fetida* (Oligochaeta). World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development. 2017, 4(2). P. 14–17.
13. Скіп О.С., Буцяк В.І., Печар Н.П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермикюльтивування. Науковий вісник ЛНУ ВМБТ імені С. З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13, № 2, (48), Ч. 1. С. 466–470.
14. Альтернативне використання субстратів опалого листя у вермикюльтивуванні / Скіп О.С. та ін. СТАС. Вип. 1, № 2, 2018. С. 74–79.
15. Розробка екологічно безпечної технології для утилізації органічних відходів. Охорона довкілля: зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Х: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. С. 110–113.
16. Шикюла Н.К., Фантүх В.С. Экологические аспекты вермикюмюсти-рования органических удобрений и применение их в почвозащитном земледелии. Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: тезисы докладов 2 Международного конгресса. Івано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия", 1992. 4 с.
17. Титов І.Н. Дождєвые черви. М.: МФК Точка опоры, 2012. С. 83–109.
18. Холодова Ю.Д., Повхан М.Ф. Ткани червя *Eisenia foetida* как источник сырья для выработки фармакологических препаратов: тезисы докладов 2 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”. Івано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия". 1992. С. 138–139.
19. Холодова Ю.Д., Морозова Ф.В. Применение биологически активной основы для производства медицинских косметических пищевых и кормовых средств из биомассы дождевых червей: тези доповідей 4 Міжнародного конгресу „Биоконверсия органических отходов і охорона навколишнього середовища”. К.: Ассоциация "Биоконверсия" 1996. 97 с.
20. Карпец Н.П., Мельник І.А. Вермикюльтура – источник нового эффективного удобрения. Достижение науки и техники АПК. 1990. № 10. С. 17–19.
21. Penpinck R., Verdoncr O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17-19 Apr. 1986, London. 1987. P. 814–817.
22. Чміль А.І. Дослідження енергетичної ефективності процесу вермикюльтивування. Енергетика і автоматика. № 4, 2018. С. 83–96.
23. Судецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив "біогумус" виготовлених методом вермикюльтивування. Вісник ТНЕУ. № 1, 2014. С. 164–170.
24. СОУ 24.15-37-506:2007. Добрива органічні. Біогумус. Виробництво. Типовий технологічний процес. К.: Мінагрополітики України, 2007. 22 с.

#### REFERENCES

1. Horodnyy, M.M., Mel'nyk, Y.A. (1990). Vyokonversyya orhanycheskykh otkhodov v byodynamycheskom khozyaystve [Bioconversion of organic waste in a biodynamic economy]. Kyiv, Harvest, 285 p.

2. Linnyk, M.K., Senchuk, M.M. (2012). Tekhnolohiyi i tekhnichni zasoby vyrobnytstva ta vykorystannya orhanichnykh dobryv: monohrafiya [Technologies and technical means of production and use of organic fertilizers]. Nizhyn, Publisher PE Lysenko M.M., 248 p.
3. Rizhenko, N. (1992). Ispol'zovaniye produktov vermiproizvodstva v sel'skom khozyaystve [Use of vermi products in agriculture]. Dostizheniye nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], no. 1, pp. 15–18.
4. Dubinskaya, A.P., Sbitneva, N.D. (1994). Polucheniye ekologicheskikh chistykh kormovykh dobavok na osnove vermikul'tury: tezisy dokladov 3 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov” [Obtaining environmentally friendly feed additives based on vermiculture: abstracts of the 3rd International Congress "Bioconversion of organic waste"]. Moscow, Association "Bioconversion", pp. 52–53.
5. Dubinskaya, A.P., Sbitneva, N.D. (1994). Polucheniye kormovykh ekologicheskikh chistykh produktov na osnove vermikul'tivirovaniya [Obtaining fodder environmentally friendly products based on vermiculture]. Biokonversiya organi-cheskikh otkhodov: tezisy dokladov 3 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov” [Bioconversion of organic waste: abstracts of the 3rd International Congress "Bioconversion of organic waste"]. Moscow, Association "Bioconversion", pp. 98–100.
6. Shpyakina, A.I., Semenova, O.A., Semenova, O.I. (2016). Biotekhnolohichni metody pererobky vidkhdov tvarynnystva [Biotechnological methods of animal waste processing]. Ekolohiya i pryrodokorystuvannya v systemi optymizatsiyi vidnosyn pryrody i suspil'stva: materialy II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Ecology and nature management in the system of optimization of relations between nature and society: materials of the II International scientific-practical conference]. Ternopil, pp. 210–212.
7. Sendets'kyi, V.M., Kolisnyk, N.M., Mel'nyk, I.P. (2010). Tekhnolohichni aspekty pererobky orhanichnykh vidkhdov APK metodom vermykul'tyvuvannya [Technological aspects of processing of organic waste of agro-industrial complex by vermiculture method]. Ivano-Frankivs'k, Foliant, 53 p.
8. Nagar, R., Titov, A., Bhati, P. (2017). Vermicomposting of Leaf-litters: Way to convert waste into Best. Int. J. Curr. Sci. no. 20(4), pp. 25–30.
9. Shved, O.V., Butsyak, V.I. (2017). Perspektivy al'ternativnosti substratov opavshikh list'yev v vermikul'tivirovanii [Prospects for alternative substrates of fallen leaves in vermiculture]. Technological aspect of modern agricultural production and environmental protection. Proceedings XIII International scientific-applied conference. da Rostim. Almeta, Kazakh University, pp. 102–103.
10. Sendets'kyi, V.M. (2009). Pererobka orhanichnykh vidkhdov u biohumus metodom vermykul'tyvuvannya [Processing of organic waste into compost by vermiculture]. Zbirnyk naukovykh prats' NNTS "Instytut zemlerobstva UAAN" [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture UAAS"], Issue 1–2, pp. 50–55.
11. Skip, O.S., Butsyak, V.I., Pechar, N.P. (2011). Aktyvnist' fermentatsiyi substrativ za riznoho kil'kisnoho spivvidnoshennya kompostu z opaloho lystya ta hnoyu VRKH u protsesi vermikul'tyvuvannya Eiseniafoetida [Fermentation activity of substrates at different quantitative ratios of compost from fallen leaves and cattle manure in the process of vermiculture Eiseniafoetida]. Naukovyy visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhys't'koho [Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Gzycki]. Lviv, Vol. 13, no. 4 (50), part 2, pp. 209–212.
12. Mandal, S., Chakravorty, P.P., Kundu, J.K. (2017). Relative Toxicity of two Selected Fungicides on Acid Phosphatase and Alkaline Phosphatase activity of Epigeic Earthworm Eisenia Fetida (Oligochaeta). World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development. no. 4(2), pp. 14–17.
13. Skip, O.S., Butsyak, V.I., Pechar, N.P. (2011). Tekhnolohichni vlastyivosti ta khimichnyy sklad opaloho lystya yak substratu dlya vermikul'tyvuvannya [Technological properties and chemical composition of fallen leaves as a substrate for vermiculture]. Naukovyy visnyk LNU VMBT im. S. Z. Hzhys't'koho [Scientific Bulletin of LNU VMBT. S.Z. Gzycki]. Lviv, Vol. 13, no. 2(48), part 1, pp. 466–470.
14. Skip, O.S., Butsyak, A.A., Havrylyak, V.V., Shved, O.V., Butsyak, V.I. (2018). Al'ternatyvne vykorystannya substrativ opaloho lystya u vermykul'tyvuvanni [Alternative use of fallen leaf substrates in vermiculture]. CTAS, Issue 1, no. 2, pp. 74–79.
15. Rozrobka ekolohichno bezpechnoyi tekhnolohiyi dlya utylizatsiyi orhanichnykh vidkhdov [Development of environmentally friendly technology for organic waste disposal]. Okhorona dovkillya: zb. nauk. statey KHIII Vseukrayins'kykh naukovykh Taliyivs'kykh chytan' [Environmental protection: coll. Science. articles of the XIII All-Ukrainian scientific Taliyiv readings]. Kharkiv, KhNU named after V.N. Karazina, 2017, pp. 110–113.
16. Shikula, N.K., Fantukh, V.S. (1992). Ekologicheskyye aspekty vermikomposti-rovaniya organicheskikh udobreniy i primeneniye ikh v pochvozashchitnom zemledelii [Ecological aspects of vermicomposting of organic fertilizers and their use in soil-protective agriculture]. Biokonversiya organicheskikh otkhodov narodnogo khozyaystva i okhrana okruzhayushchey sredy: tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa [Bioconversion of organic waste from the national economy and environmental protection: abstracts of the 2nd International Congress]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", 4 p.
17. Titov, I.N. (2012). Dozhdevyye chervi [Earthworms]. Moscow, MFK Fulcrum, pp. 83–109.
18. Kholodova, YU.D., Povkhan, M.F. (1992). Tkani chervya Yeyzenia foetida kak istochnik syr'ya dlya vyrabotki farmakologicheskikh preparatov: tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov narodnogo khozyaystva i okhrana okruzhayushchey sredy” [Eisenia foetida worm tissues as a source of raw materials for the development of pharmacological preparations: abstracts of the 2nd International Congress "Bioconversion of organic waste of the national economy and environmental protection"]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", pp. 138–139.
19. Kholodova, YU.D., Morozova, F.V. (1996). Primeneniye biologicheskikh aktivnykh osnovy dlya proizvodstva meditsinskikh kosmeticheskikh pishchevykh i kormovykh sredstv iz biomassy dozhdevykh chervyev: tezi dopovidey 4 Mizhnarodnogo kongressu „Biokonversiya organicheskikh vidkhdov i okhorona navkolishn'ogo seredovishcha” [The use of a biologically active basis for the production of medical cosmetic food and feed products from the biomass of earthworms: theses of the 4th International Congress "Bioconversion of organic approaches and protection of the new community"]. Kyiv, Association "Bioconversion", 97 p.



20. Karpets, N.P., Mel'nik, I.A. (1990). Vermikul'tura – istochnik novogo effektivnogo udobreniya [Vermiculture is a source of new effective fertilizer]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], no. 10, pp. 17–19.

21. Penpinck, R., Verdoncr, O. (1987). Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17–19 Apr. 1986. London, pp. 814–817.

22. Chmil', A.I. (2018). Doslidzhennya enerhetychnoyi efektyvnosti protsesu vermykul'tyvuvannya [Study of energy efficiency of vermiculture process]. Enerhetyka i avtomatyka [Energy and automation], no. 4, pp. 83–96.

23. Sudets'ka, O. (2014). Efektyvnist' vyrobnytstva i zastosuvannya orhanichnykh dobriv "biohumus" vyhotovlenykh metodom vermykul'tyvuvannya [Efficiency of production and application of organic fertilizers "biohumus" made by vermiculture]. Visnyk TNEU [Bulletin of TNEU], no. 1, pp. 164–170.

24. SOU 24.15-37-506:2007. Dobryva orhanichni. Biohumus. Vyrobnytstvo. Typovyy tekhnolohichnyy protses [Organic fertilizers. Biohumus. Production. Typical technological process]. Kyiv, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2007, 22 p.

#### **Внедрение механизированного вермикомпостирования для утилизации растительных отходов садово-парковых хозяйств**

**Сенчук Н.Н.**

В статье говорится о целесообразности использования технологии вермикомпостирования в садово-парковом хозяйстве.

Разработаны рекомендации по внедрению технологии вермикультивирования в садово-парковом хозяйстве. Прежде всего необходимо подготовить субстрат с таким составом: ботва растений; перепревшие опилки; листья деревьев; торф, известь (до 2 % от веса субстрата).

Субстрат должен пройти ферментацию не менее 3 месяцев, зимой 3–5 месяцев. Хранение субстрата может занять 8–10 месяцев при влажности 70–80 %. Готовность субстрата к потреблению определяют по отношению углерода к азоту, которое должно быть около 20, при pH 6–8.

Выбор биогумуса-сырца проводят дважды в год. После чего его используют как удобрение или перерабатывают.

Если перерабатывать измельченные ветки, то полную выборку можно проводить через 1,5 года.

Установлена зависимость для определения требуемой биомассы дождевых червей от производительности вермихозяйства по переработке установленной массы субстрата за год вермикультивирования.

Определено, что для создания вермихозяйства производительностью 100 т субстрата/год необходимо 10 кг

биомассы дождевых червей, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрата/год – 182 кг.

Представленные методические основы механизированных вермихозяйств позволяют проводить расчеты, необходимые для переработки отходов растительного происхождения в садово-парковых хозяйствах и получения биогумуса и биомассы дождевых червей.

Внедрение этой технологии способствует безопасной утилизации отходов растительного происхождения садово-паркового хозяйства: листьев деревьев, отходов цветочного производства и других с получением высокоэффективного удобрения – биогумуса.

**Ключевые слова:** вермикультивирование, дождевые черви, биогумус, оборудование, органические отходы.

#### **Introduction of mechanized vermicomposting for utilization of vegetable waste of horticultural farms**

**Senchuk M.**

The article deals with the expediency of using vermicomposting technologies in horticulture.

Recommendations for the introduction of vermiculture technology in horticulture have been developed. Before the introduction of vermiculture technology, it is necessary to prepare the substrate. It is recommended to use the following composition of the substrate: plant tops; sawdust; tree leaves; peat, lime (up to 2 % by weight of the substrate).

The substrate must undergo fermentation for at least 3 months, 3–5 months in winter. Storage of the substrate can last 8–10 months at a humidity of 70–80 %. The readiness of the substrate for consumption is determined by the ratio of carbon to nitrogen, which should be about 20. Acidity 6–8 pN.

Selection of raw compost is carried out 2 times a year. Then it is used as fertilizer or sent for processing.

If you process the shredded branches, the full selection can be done in 1.5 years.

The dependence for determining the required biomass of earthworms on the productivity of vermiculture to process the established mass of substrate for the year of vermiculture has been established.

It is determined that to create a vermigree with a capacity of 100 tons of substrate/year requires 10 kg of earthworm biomass, 500 tons of substrate/year – 45 kg, 1000 tons of substrate/year – 91 kg, 1500 tons of substrate/year – 137 kg, 2000 tons substrate/year – 182 kg.

The given methodical bases of mechanized vermig farms give the chance to carry out the calculations necessary for processing of waste of vegetable origin in garden and park farms and reception of biohumus and biomass of earthworms.

The introduction of such technology will allow the safe disposal of waste of plant origin of horticulture: tree leaves, waste from flower production, etc. to obtain a highly effective fertilizer – compost.

**Key words:** vermicomposting, earthworms, compost, equipment, organic waste.



Copyright: Сенчук М.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Сенчук М.М.

<https://orcid.org/0000-0001-9455-583X>