


УДК 631.333.92:628.473

Розробка комплексної технології для утилізації органічних відходів тваринницької ферми вермикультивуванням

Сенчук М.М., Харчишин В.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

 Сенчук М.М. E-mail: m.m.senchuk@gmail.com



Сенчук М.М., Харчишин В.М. Розробка комплексної технології для утилізації органічних відходів тваринницької ферми вермикультивуванням. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 1. С. 168–177.

Senchuk M., Kharchyshyn V. Development of complex technology for the disposal of organic waste of an animal farm by vermiculture. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2023. № 1. PP. 168–177.

Рукопис отримано: 27.04.2023 р.

Прийнято: 11.05.2023 р.

Затверджено до друку: 25.05.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-168-177

В статті йдеться про комплексну технологію вермикультивування на тваринницькій фермі.

Розроблено рекомендації для впровадження комплексної технології вермикультивування для переробки відходів тваринницької ферми. Для інтенсивного розведення дощових черв'яків необхідно забезпечувати умови оптимального їх розвитку:

- температура субстрату – 19–25° С;
- вологість субстрату – 75–80 %;
- співвідношення вуглецю до азоту – біля 20;
- реакція середовища, рН – 6,5–7,5.

Субстрат з відходів тваринницької ферми повинен пройти ферментування: в теплий період року – 2–3 місяці, а при низьких температурах навколишнього середовища – 3–5 місяців з використанням традиційних методів компостування.

Збільшення копролітів у вермикомпості в процесі вермикультивування при оптимальних умовах розвитку дощових черв'яків фіксували, залежно від періоду вермикультивування, – 20 діб, 40 діб, 60 діб, і питомого вмісту черв'яків у компості на початку процесу – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату, 40 г/кг, 60 г/кг.

За результатами досліджень побудували графіки, які характеризують ступінь вмісту копролітів у вермикомпості, залежно від періоду вермикультивування, – 20 діб, 40 діб, 60 діб, і питомого вмісту черв'яків на початку процесу – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату, 40 г/кг, 60 г/кг.

Визначено, що досягнення 60 % переробки відходів тваринницької ферми дощовими черв'яками для питомого вмісту черв'яків на початку процесу – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату становить 60 діб; 40 г/кг – 58 діб, 60 г/кг – 53 доби.

Практичний досвід вермикультивування і наукові дослідження свідчать про те, що тривалість переробки субстрату в біогумус на відкритому майданчику залежить від кліматичних умов і якості виконання технологічного регламенту вермикультивування, який становить в основному 3 місяці.

Подані методичні основи механізованих комплексних вермигосподарств дають можливість проводити розрахунки, необхідні для переробки відходів тваринницької ферми з отриманням біогумусу і біомаси дощових черв'яків.

Впровадження такої технології екологічно безпечно утилізує гній, солому та інші відходи органічного походження з отриманням високоефективного добрива – біогумусу.

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

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. З відходів у вигляді гною тваринницьких ферм при переробці вермикомпостуванням отримують цінне добриво-біогумус і біомасу дощових черв'яків, а також – екологічний ефект [1–10]. З цих відходів готується субстрат – корм для черв'яків.

Необхідність технологічного процесу переробки вермикомпосту в товарний біогумус обумовлена наступними факторами:

- на світовому ринку біогумус є товаром;
- у результаті переробки відділяється найбільш цінна гуміновмісна частина;
- ефективністю і зручністю для локального механізованого внесення в ґрунт, створення органо-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

У простих системах компостування 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 можуть бути різними, але рекомендується, щоб для природньої аерації їх висота не перевищувала 1,5 м, а ширина – 2,5 м. Бажано, щоб майданчик, на якому розміщують компостні ряди, був бетонним і не руйнувався транспортними засобами.

У країнах Європи і в США для приготування субстрату на фермах використовуються навантажувачі і плоскодонні розкидачі гною. Органічні відходи з тваринницьких ферм навантажуються в розкидач для гною, в якому вони подрібнюються, аеруються, а потім звальнюються купою заввишки 1,25 м.

Агрегат поступово пересувається, щоб утворився бурт. За допомогою спеціального пристрою роблять вертикальні отвори діаметром 75 мм на відстані 1 м один від одного. Через 2–3 місяці субстрат готовий до використання.

Для збільшення швидкості біодеградації субстрату і виключення необхідності його перевертання здійснюється примусова аерація компостних рядів за допомогою спеціальних труб, прокладених під субстратом, що компостується. Аерація субстрату здійснюється за рахунок відбирання повітря з цих каналів, або нагнітання повітря в них.

Якість біогумусу повинна 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 % [11]. Біогумус також не повинен містити

речовин, які біологічно не переробляються (полімерів, каміння, скла, металу та ін.).

Необхідно відзначити, що висока ефективність застосування біогумусу в рослинництві визначається багатством флори бактерій (до 2000 млрд колоній в 1 г біогумусу при 150–300 млн колоній в 1 г гною тварин), вмістом великої кількості необхідних рослинних елементів живлення в засвоєній формі, реакцією середовища (рН 6,8–7,2), наближеною до нейтральної, що створює в ґрунті умови, які утруднюють розвиток хвороб. Крім цього, якість біогумусу обумовлена відсутністю патогенної мікрофлори [12–15].

Одним з основних факторів, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінна годівля, обумовлена, в основному, протеїновим і амінокислотним складом раціонів. Тому біомаса черв'яків є одним із ефективних джерел забезпечення тварин і птиці високоякісними білковими кормами. Рекомендується використовувати біомасу черв'яків як 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 [16]. Як наповнювач можна використовувати розсипний комбікорм дрібного помелу.

Актуальним завданням для дослідження є доцільність використання інтенсифікації технології вермикультивування в тваринництві.

Метою дослідження є розроблення комплексної технології для утилізації органічних відходів тваринницької ферми вермикультивуванням.

Матеріал і методи дослідження. Використання технологій вермикомпостування для переробки гною тваринницької ферми в умовах промислових вермигосподарств безпосередньо зіткнулося з проблемами інтенсифікації і оптимізації як окремих технологічних ланок, так і в цілому процесі вермикультивування до отримання кінцевих продуктів біогумусу і біомаси черв'яків. Досі питанням механізації процесів вирощування дощових черв'яків і отримання біогумусу не приділяється достатньої уваги. Переробка гною вермикомпостуванням виконується з використанням ручної праці в 70–80 % технологічних операцій.

Механізовані технології вермикультивування призначені для одержання біогумусу і біомаси дощових черв'яків у великих обсягах (рис. 1).

Важливу роль в одержанні високоякісного біогумусу і ефективному використанні дощових черв'яків відіграють правильно вибрані

режими роботи обладнання, забезпечення високоефективними популяціями черв'яків. З цією метою ми раніше рекомендували створення вермиінкубаторів (рис. 2), які спеціалізуються на інтенсивному розведенні дощових черв'яків.

Завдяки використанню високоефективних штамів маточних черв'яків, субстрату, а також оптимальних температурних режимів і вологості досягається максимальна продуктивність у переробці субстрату в біогумус. Це дає змогу одержувати продуктивну маточну культуру для промислового вермикультивування.

Для інтенсивного розведення дощових черв'яків забезпечували умови оптимального їх розвитку, а саме:

- температура субстрату – 19–25° С;
- вологість субстрату – 75–80 %;
- співвідношення вуглецю до азоту – біля 20;
- реакція середовища, рН – 6,5–7,5.

Субстрат проходив ферментування в теплий період року – 2–3 місяці, а за низьких температур навколишнього середовища – 3–5 місяців з використанням традиційних методів компостування.

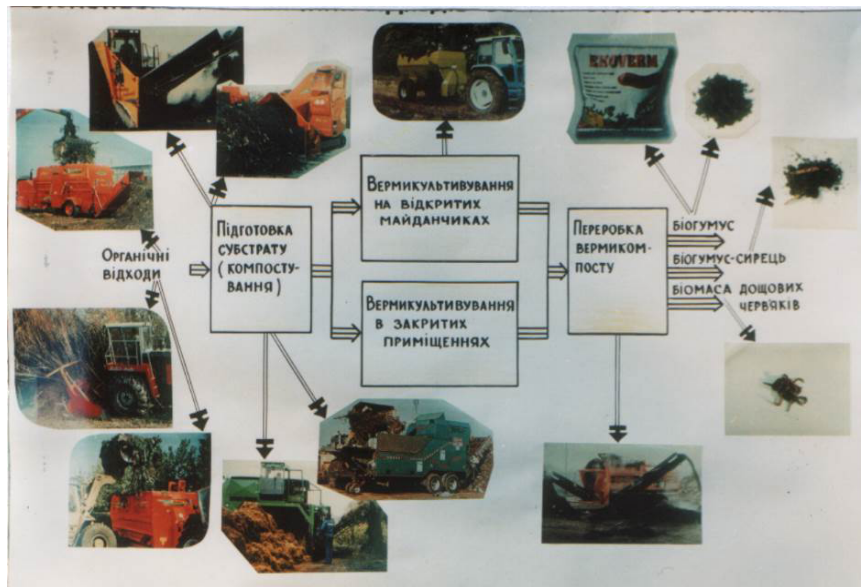


Рис. 1. Структурна схема вермикомпостування [розробка авторів].

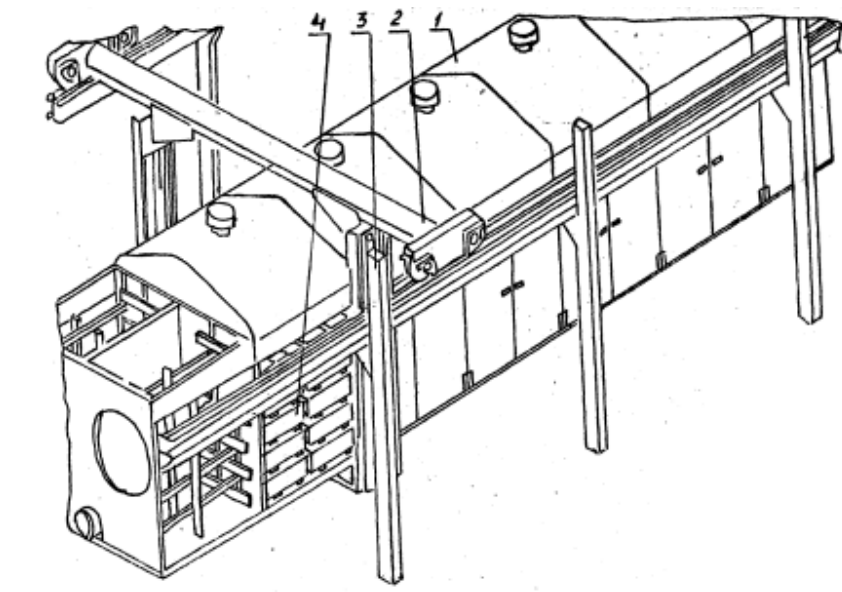


Рис. 2. Загальний вигляд вермиінкубатора [розробка авторів]:
1 – корпус вермиінкубатора; 2 – механізм завантаження і розвантаження ящиків; 3 – опора; 4 – ящик для вермикультури.

Збільшення копролітів у вермикомпості в процесі вермикультивування при оптимальних умовах розвитку дощових черв'яків реєстрували, залежно від періоду вермикультивування, – 20 діб, 40 діб, 60 діб, і питомого вмісту черв'яків у компості на початку процесу – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату, 40 г/кг, 60 г/кг.

Тривалість вермикультивування визначають за формулою (1) за умови, що вміст копролітів у вермикомпості має становити не менш як 60 %, один черв'як у середньому важить 1 г і за добу поїдає субстрату вагою, однаковою з його вагою:

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

де X_1 – питомий вміст черв'яків в субстраті, г/кг.

Фактичну тривалість вермикультивування визначають за формулою:

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

де τ_e – фактична тривалість вермикультивування, діб;

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

Річна продуктивність вермінкубатора визначають за формулою:

$$M_b = M_T \cdot t_b, \quad (3)$$

де M_b – річна продуктивність вермінкубатора, т/рік;

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

Тут:

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

де M_0 – маса дощових черв'яків на початку року, т;

τ – період, за який визначено збільшення біомаси черв'яків у вермикомпості, діб;

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

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

На різних видах субстрату розвиток черв'яків відбувається неоднаково і фізико-хімічний склад біогумусу – різний. За 1,5 місяця в субстраті на основі курячого посліду біомаса черв'яків зростає в 4 рази, на основі свинячого гною – втричі, на основі гною ВРХ – в 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 вермінкубатора розраховується за формулою:

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

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

Тривалість переробки субстрату в біогумус на відкритому майданчику залежить від кліматичних умов і якості виконання технологічного регламенту вермикультивування. Вона становить зазвичай 3 місяці, тобто τ_e приймається як 90 діб. Переробку проводять, як правило, у два цикли, $i = 2$.

Початкова маса черв'яків визначається за формулою 6. Річний вихід біогумусу–сирцю визначають за формулою:

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

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

Необхідна кількість технічних засобів для вермикомпостування визначається за формулою:

$$n = \frac{Q_b}{\Pi \cdot t \cdot \eta_c \cdot \eta \cdot m}, \quad (10)$$

де n – необхідна кількість технічних засобів, шт.;

Q_b – необхідний обсяг виконання робіт, т, м³, кг та ін.;

Π – продуктивність технічного засобу, т/год, м³/год, кг/год та ін.;

t – тривалість зміни;

η_c – коефіцієнт змінності;

η – коефіцієнт використання змінного робочого часу;

m – тривалість виконання робіт, діб.

Слід відзначити, що ця методика розрахунку вермигосподарства розроблена автором статті і стандартизована СОУ 24.15-37-506:2007 [12].

Результати дослідження та обговорення.

В результаті проведених експериментальних досліджень побудовано графіки, які характеризують ступінь вмісту копролітів у вермикомпості, залежно від періоду вермикультивування і питомого вмісту черв'яків на початку процесу, – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату, 40 г/кг, 60 г/кг (рис. 3).

Аналіз графічних залежностей показав, що досягнення 60 % переробки відходів тваринницької ферми дощовими черв'яками для питомого вмісту черв'яків на початку процесу – 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату становить 60 діб; 40г/кг – 58 діб, 60 г/кг – 53 доби.

В цілому рекомендована тривалість вермикультивування для закритих приміщень вермінкубаторів становить 60 діб.

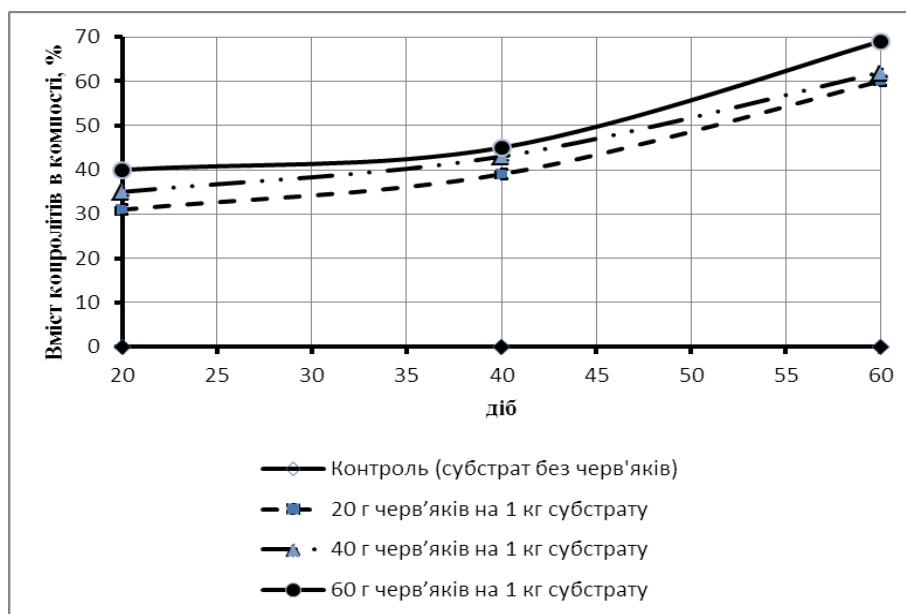


Рис. 3. Ступінь вмісту копролітів у вермикомпості [побудовано авторами].

Аналіз структурної схеми вермикомпостування (рис.1) демонструє, що технологія складається з таких основних технологічних процесів:

- підготовки субстрату – корму для дощових черв'яків;
- вермикультивування – вирощування дощових черв'яків;
- переробки вермикомпосту – біогумусу-сирцю.

Підготовка субстрату забезпечується наступними технологічними операціями:

- підготовки майданчика;
- підготовки субстрату.

Підготовка майданчика для вермикультивування. Бажано, щоб майданчик мав тверде покриття. Необхідну кількість бургтів визначають за формулою:

$$n_{\delta} = \frac{M_b^1}{l_{\delta} \cdot b_{\delta} \cdot h_{\delta} \cdot \rho}, \quad (11)$$

де $l_{\delta}, b_{\delta}, h_{\delta}$ – відповідно; ширина, довжина і висота бурта, мм;
 ρ – питома маса субстрату, т/м³.

Річний вихід біогумусу-сирцю M_b^1 визначають, згідно з формулою (8):

$$M_b^1 = M_0 \tau_e \cdot R_b^2. \quad (12)$$

Параметри майданчика розраховують за формулами:

- ширина:

$$b_m = n_{\delta} \cdot b_{\delta} + b_{np} \cdot n_{np}, \quad (13)$$

де b_m – ширина майданчика, м;
 b_{np} – ширина проходу між буртами, м;
 n_{np} – кількість проходів;

- довжина:

$$l_m = l_{\delta} + 2b_z, \quad (14)$$

де l_m – довжина майданчика, м;
 b_z – ширина заїзду між буртами, м.

Площа майданчика визначається за формулою:

$$F_m = b_m \cdot l_m, \quad (15)$$

де F_m – площа майданчика, м².

Підготовка субстрату. Рекомендовано використовувати такий склад субстрату:

- гній тваринницької ферми – 1/3 від загальної маси субстрату;
- солома;
- торф, вапно (до 2 % від ваги субстрату).

Субстрат має пройти ферментування не менш, як 3 місяці, взимку – 3–5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців за вологості 70–80 %. Готовність субстрату до використання визначають за співвідношенням вуглецю до азоту, яке має бути приблизно 20 за кислотності 6–8 рН.

Компостні ряди мають приблизно трикутну форму в перерізі, їх висота і ширина може бути різною, але для забезпечення їх природної аерації висоту рекомендовано не перевищувати – 1,5 м, а ширину – 2,5 м. Формують компостні ряди за допомогою навантажувачів чи самоскидів. Протягом періоду підготовки субстрату для вермикультивування субстрат необхідно 2–3 рази аерувати, використовуючи аератори.

Вермикультивування. Підготовлений субстрат укладають в бурти (ложі) довжина яких залежить від довжини майданчика, рекомендована ширина – 2,5 м, висота – 0,2 м). У сформовані бурти запускаються дощові черв'яки. Норма закладення черв'яків – від 700 до 1500 штук на метр кубічний субстрату (орієнтовно, 700 – 1500 г біомаси дощових черв'яків).

Придатність субстрату для запуску дощових черв'яків визначається розміщенням 50 особин в субстрат. Якщо вони його заселили і жодних негативних явищ немає, то додають решту, рівномірно розміщуючи їх по поверхні субстрату. Початкову масу дощових черв'яків визначають, залежно від необхідної маси переробки субстрату в біогумус протягом року за формулою 6.

Для підтримування оптимальної вологості (близько 80 %) у вермикомпості використовують стаціонарні або мобільні поливальні установки. Аерація вермикомпосту передбачає насичення його атмосферним повітрям і виведенням з нього шкідливих газів. Це забезпечується створенням близько 15 вертикальних отворів діаметром по 5 см в розрахунку на 1 м² бурта. Підгодівлю черв'яків свіжим субстратом проводять через 7–9 діб, розстеляючи його вручну по поверхні вермикомпосту товщиною до 10 см, або за допомогою технічного засобу для закладання буртів.

Коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимально допустиму їх норму (100000 шт/м²), виникає необхідність частину черв'яків вибрати із вермикомпосту (неповне вибирання). При цьому внесення у вермикультуру свіжого корму припиняється, а через 10 діб вносять свіжий корм товщиною шару 10 см. Ще через 10 діб шар субстрату з черв'яками знімають, а на його місце наносять свіжий корм.

Повне вибирання черв'яків проводиться для отримання біогумусу-сирцю. У разі повного вибирання зазначену 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 в якості корм сільськогосподарським тваринам і птиці).

Існуючі способи відділення черв'яків від компосту можна класифікувати таким чином: відділення вручну, механічне відділення, відділення під впливом зовнішніх чинників та комбіноване відділення. На тваринницькій фермі для видалення черв'яків з вермикомпосту рекомендується також використовувати курей за їх наявності. Вибирання біогумусу-сирцю проводять двічі на рік, після чого його використовують як добриво, або для переробки.

Для інтенсифікації процесів вермикомпостування рекомендується проводити переробку великої кількості відходів тваринницької ферми з використанням вермикультивування на відкритих майданчиках і в закритих приміщеннях, де забезпечуються оптимальні умови розвитку вермикультури протягом року. З метою ефективного використання приміщення, вермикультивування рекомендується проводити у спеціальних вермиінкубаторах (рис. 2). Особливості вермиінкубатора полягають в тому, що вирощування черв'яків проводиться в ящиках. Це дає можливість механізувати технологічні процеси.

Переробка біогумусу-сирцю в товарний біогумус. Попередня переробка вермикомпосту складається з технологічних операцій: подрібнення і відділення твердих включень і грудок. Сушіння біогумусу-сирцю до вологості 40–50 % виконується в умовах навколишнього середовища або в сушарках. Після сушіння і подрібнення біогумус розділяється на три фракції, залежно від величини гранул: найдрібніша – гранули розміром до 1 мм, дрібна – до 2 мм і крупна – до 3 мм [11].

Забезпечення технологій вермикультивування технічними засобами.

Оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу визначається за формулою:

$$X = \frac{RP \cdot \tau}{T}, \quad (16)$$

де X – оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу, т, м³,

R – ресурс технічного засобу, год;

P – продуктивність технічного засобу, т/год, м³/год і т.д.;

T – строк служби технічного засобу, років;

τ – коефіцієнт використання змінного робочого часу.

Необхідна кількість технічних засобів для виконання заданого обсягу робіт при виконанні технологічної операції визначається за формулою (10).

Наведені вище дослідження дали змогу розробити структурну схему комплексного вермикомпостування (рис. 4) та технологічну схему механізованої технології виробництва біогумусу (рис. 5).

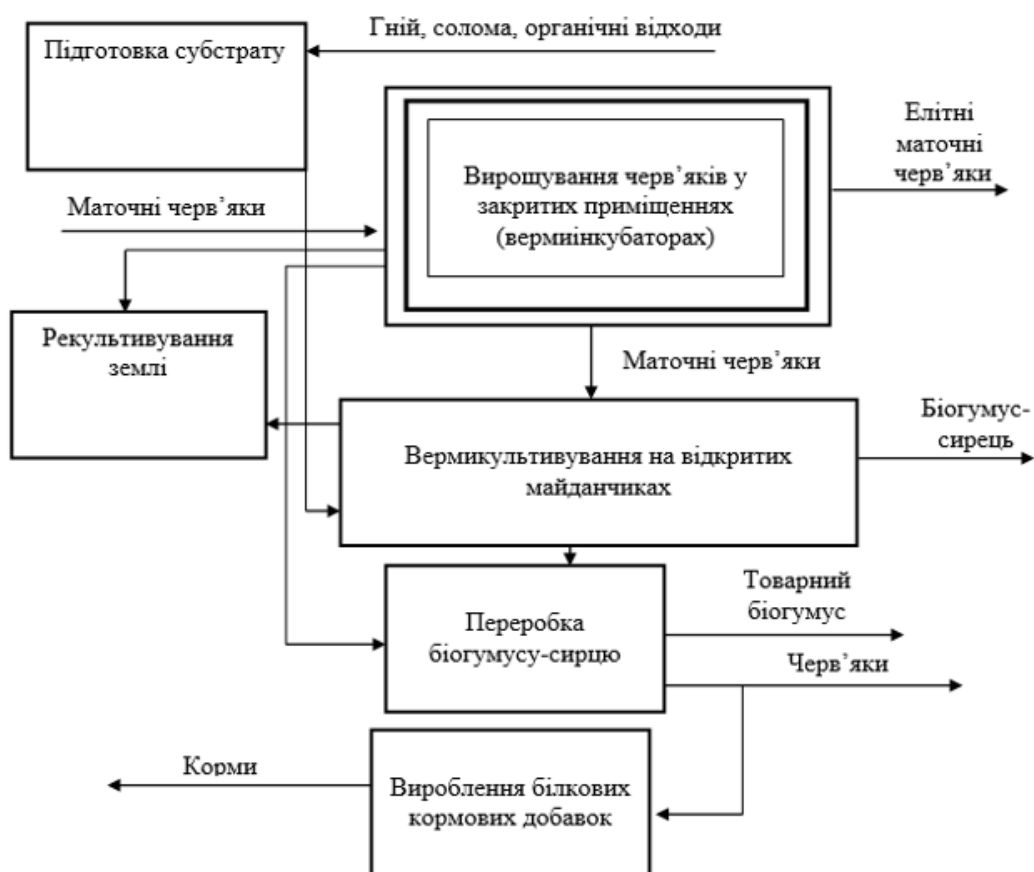


Рис. 4. Структурна схема комплексного вермикомпостування [розробка авторів].

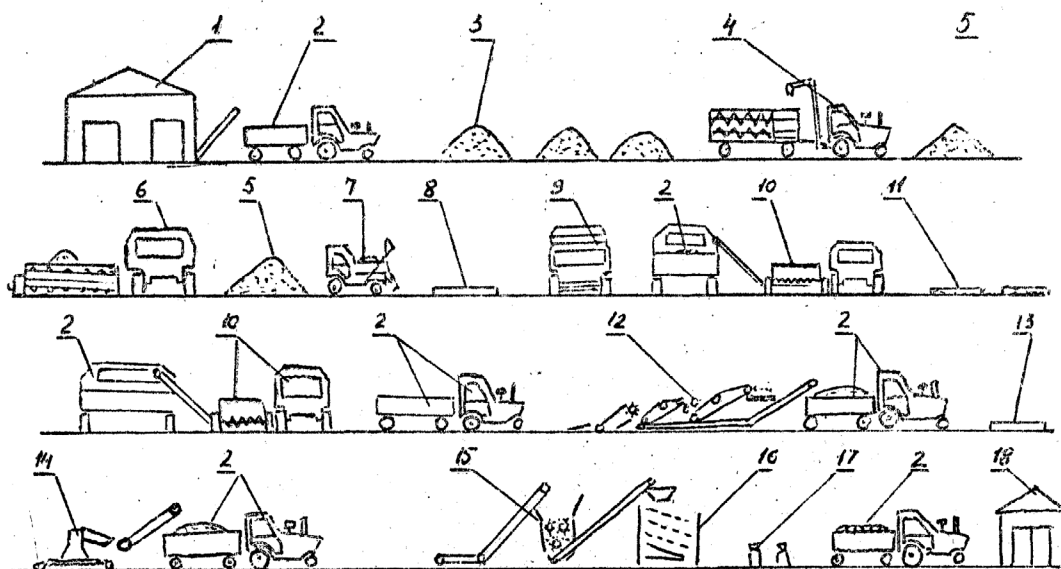


Рис. 5. Технологічна схема механізованої технології виробництва біогумусу [розробка авторів]: 1 – тваринницька ферма; 2 – транспортний засіб; 3 – відходи; 4 – буртоутворювач-змішувач; 5 – бургт субстрату; 6 – аератор буртів; 7 – буртоутворювач субстрату; 8 – бургт з вермикультурою; 9 – аератор біомаси; 10 – обладнання для відділення черв'яків з субстратом і виборки біогумусу-сирцю; 11 – бургт вермикомпосту; 12 – обладнання для попередньої переробки вермикомпосту; 13 – бургт біогумусу-сирцю під час сушіння; 14 – завантажувач; 15 – обладнання для подрібнення біогумусу; 16 – обладнання для фракціонування біогумусу; 17 – розфасований біогумус; 18 – склад для зберігання біогумусу.

Висновки. Встановлено доцільність запровадження комплексної технології вермикультивування для переробки відходів тваринницької ферми.

Розроблено структурну схему комплексного вермигосподарства та технологічну схему механізованої технології виробництва біогумусу із відходів тваринницької ферми.

Визначено, що досягнення 60 % переробки відходів тваринницької ферми дощовими черв'яками для питомого вмісту черв'яків на початку процесу - 20 г в розрахунку на 1 кг субстрату складає 60 діб; 40г/кг – 58 діб, 60 г/кг – 53 доби.

Розроблені методичні основи комплексних механізованих вермигосподарств дають змогу проводити розрахунки, необхідні для переробки відходів тваринницьких ферм і запобігання забрудненню навколишнього середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лінник М. К., Сенчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: монографія/ за ред. доктора технічних наук, академіка НААН В.В. Адамчука. Ніжин. Видавць ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.

2. 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, м. Тернопіль, 24-25 березня 2016 р. С. 210–212.

3. Технологічні аспекти переробки органічних відходів АПК методом вермикультивування / В. М. Сендецький та ін. Івано-Франківськ: Фоліант, 2010. 53 с.

4. Nagar R., Titov A., Bhati P. Vermicomposting of Leaf-litters: Waytocon vertwasteinto Best. Int. J. Curr. Sci. 2017. 20(4). P. 25–30.

5. Сендецький В. М. Переробка органічних відходів у біогумус методом вермикультивування: зб. наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН". 2009. Вип. 1–2. С. 50–55.

6. 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.

7. Альтернативне використання субстратів опалого листя у вермикультивуванні / О. С. Скіп та ін. СТАС.; Випуск 1. № 2. 2018. С. 74–79.

8. Карпець Н. П., Мельник І. А. Вермикультура – джерело нового ефективного добрива. Досягнення науки і техніки АПК. 1990. № 10. С. 17–19.

9. Penpinck R., Verdoner 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.

10. Розробка екологічно безпечної технології для утилізації органічних відходів. Охорона довкілля:

зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових Таліівських читань. Х: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2017. С. 110–113.

11. СОУ 24.15-37-506:2007 Добрива органічні. Біогумус. Виробництво. Типовий технологічний процес: К. Мінагрополітики України, 2007. 22 с.

12. 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 вермикультивування *Eisenia foetida*. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. Львів, 2011. Т.13. № 4 (50). Ч. 2. С. 209–212.

13. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермикультивування. Науковий вісник ЛНУ ВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13. № 2 (48). Ч. 1. С. 466–470.

14. Чміль А. І. Дослідження енергетичної ефективності процесу вермикультивування. "Енергетика і автоматика". № 4. 2018. С. 83–96.

15. Судецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив "біогумус" виготовлених методом вермикультивування. Вісник ТНЕУ. № 1. 2014. С. 164–170.

16. Риженко М. Використання продуктів верми-виробництва в сільському господарстві. Досягнення науки і техніки АПК. 1992. № 1.С. 15–18.

REFERENCES

1. Linnyk, M. K., Senchuk, M. M. (2012). *Tekhnolohiyi i tekhnichni zasoby vyrobnytstva ta vykorystannya orhanichnykh dobroyv: monohrifiya/ za red. doktora tekhnichnykh nauk, akademika NAAN V.V. Adamchuka* [Technologies and technical means of production and use of organic fertilizers: monograph/ edited by Doctor of Technical Sciences, academician of NAAS V.V. Adamchuk]. Nizhin Publisher PP Lysenko M.M., 248 p. (In Ukrainian).

2. Shpyakina, A. I., Semenova, O. A., Semenova, O. I. *Biotekhnolohichni metody pererobky vidkhodiv tvarynnystva* [Biotechnological methods of animal husbandry waste processing]. *Ekolohiya i pryrodokorystuvannya v systemi optymizatsiyi vidnosyn pryrody i suspil'stva : materialy II mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, m. Ternopil', 24-25 bereznya 2016 r* [Ecology and nature management in the system of optimizing relations between nature and society: materials of the II international scientific and practical conference, Ternopil, March 24-25, 2016]. pp. 210–212. (In Ukrainian).

3. Sendets'kyi, V. M., Kolisnyk, N. M., Mel'nyk, I. P. (2010). *Tekhnolohichni aspekty pererobky orhanichnykh vidkhodiv APK metodom vermykul'tyvuvannya* [Technological aspects of the processing of organic agricultural waste by the method of vermiculture]. Ivano-Frankivsk: Foliant, 53 p. (In Ukrainian).

4. Nagar, R., Titov, A., Bhati, P. (2017). *Vermicomposting of Leaf-litters: Waytocon vertwasteinto Best. Int. J. Curr. Sci.*, 20(4), pp. 25–30.

5. Sendets'kyi, V. M. (2009). *Pererobka orhanichnykh vidkhodiv u biohumus metodom vermykul'tyvuvannya: zb. naukovykh prats' NNTS "Instytut*

zemlerobstva UAAN” [Processing of organic waste into biohumus by the method of vermiculture: collection of scientific works of the Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences]. Issue 1–2, pp. 50–55. (In Ukrainian).

6. 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*, 4(2), pp. 14–17.

7. 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. (In Ukrainian).

8. Karpets', N. P., Mel'nyk, Y. A. (1990). Vermykul'tura – dzherelo novoho efektyvnoho dobryva [Vermiculture is a source of new effective fertilizer.]. *Dosyahnennya nauky i tekhniky APK [Achievements of agriculture science and technology]*. no. 10, pp. 17–19. (In Ukrainian).

9. Penninck, R., Verdonck, 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.

10. Rozrobka ekolohichno bezpechnoyi tekhnolohiyi dlya utylizatsiyi orhanichnykh vidkhodiv [Development of environmentally safe technology for the disposal of organic waste]. *Okhorona dovkilliya: zb. nauk. statey KHIII Vseukrayins'kykh naukovykh Taliyiv'skykh chytan' [Environmental protection: coll. of science of articles XIII of the All-Ukrainian scientific Taliy readings]*. Kh: KhNU named after V.N. Karazin, 2017, pp.110–113. (In Ukrainian).

11. SOU 24.15-37-506:2007 Dobryva orhanichni. Biohumus. Vyrobnystvo. Typovyy tekhnolohichnyy protses: K. Minahropolityky Ukrayiny [SOU 24.15-37-506:2007 Organic fertilizers. Biohumus. Production. Typical technological process: K. of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine]. 22 p. (In Ukrainian).

12. Skip, O. S., Butsyak, V. I., Pechar, N. P. (2011). Aktyvnist' fermentatsiyi substrativ za riznoho kil'kinoho spivvidnoshennya kompostu z opaloho lystya ta hnoyu VRKH u protsesi vermykul'tyvuvannya *Eisenia foetida* [Fermentation activity of substrates at different quantitative ratios of compost from fallen leaves and cattle manure in the process of vermiculture of *Eisenia foetida*]. *Naukovyy visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhys'koho [Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitsky LNUVMBT]*. Lviv, Vol. 13, no. 4 (50), Part 2, pp. 209–212. (In Ukrainian).

13. Skip, O. S., Butsyak, V. I., Pechar, N. P. (2011). Tekhnolohichni vlastyvoli ta khimichnyy sklad opaloho lystya yak substratu dlya vermykul'tyvuvannya [Technological properties and chemical composition of fallen leaves as a substrate for vermiculture]. *Naukovyy visnyk LNU VMBT im. S. Z. Hzhys'koho [Scientific bulletin of LNU VMBT named after S.Z. Gzhitsky]*. Lviv, Vol. 13, no. 2 (48), Part 1, pp. 466–470. (In Ukrainian).

14. Chmil', A. I. (2018). Doslidzhennya enerhetychnoyi efektyvnosti protsesu vermykul'tyvuvannya [Energy efficiency research vermiculture process]. "Energy and automation", no. 4, pp. 83–96. (In Ukrainian).

15. Sudets'ka, O. (2014). Efektyvnist' vyrobnytstva i zastosuvannya orhanichnykh dobryv "biohumus" vyhotovlenykh metodom vermykul'tyvuvannya [Efficiency of production and application of organic fertilizers "biohumus" produced by the method of vermiculture]. *Visnyk TNEU [Herald of TNEU]*. no. 1, pp. 164–170. (In Ukrainian).

16. Ryzhenko, M. (1992). Vykorystannya produktyv vermyvyrobnytstva v sil's'komu hospodarstvi [Use of vermiculture products in agriculture]. *Dosyahnennya nauky i tekhniky APK [Achievements of agriculture science and technology]*. no. 1, pp. 15–18. (In Ukrainian).

Development of complex technology for the disposal of organic waste of an animal farm by vermiculture

Senchuk M., Kharchyshyn V.

The article is about the complex technology of vermiculture on a livestock farm.

Recommendations for the introduction of complex vermiculture technology for the processing of livestock farm waste have been developed. For intensive breeding of earthworms, it is necessary to provide conditions for their optimal development:

- substrate temperature - 19-25 °C;
- humidity of the substrate - 75-80 %;
- carbon to nitrogen ratio - about 20;
- medium reaction, pH - 6.5-7.5.

The substrate from livestock farm waste must be fermented: in the warm period of the year for 2-3 months, and at low ambient temperatures - for 3-5 months using traditional composting methods.

The increase of coprolites in vermicompost in the process of vermiculture under optimal conditions for the development of earthworms was found depending on the vermiculture period of 20 days, 40 days, 60 days and the specific content of worms in the compost at the beginning of the process - 20 g per 1 kg of substrate, 40 g/kg, 60 g/kg.

Based on the results of the research, graphs were constructed that characterize the degree of coprolites content in vermicompost depending on the vermiculture period of 20 days, 40 days, 60 days and the specific content of worms at the beginning of the process - 20 g per 1 kg of substrate, 40 g/kg, 60 g / kg

It was determined that it takes 60 days to achieve 60% processing of livestock farm waste by earthworms for the specific content of worms at the beginning of the process - 20 g per 1 kg of substrate; 40 g/kg - 58 days, 60 g/kg - 53 days.

The practical experience of vermiculture and scientific research indicate that the duration of the processing of the substrate into biohumus in an open area depends on the climatic conditions and the quality of

the implementation of the technological regulations of vermiculture, which is mainly 3 months.

The substrate from livestock farm waste must be fermented: in the warm period of the year for 2-3 months, and at low ambient temperatures - for 3-5 months using traditional composting methods.

The presented methodical foundations of mechanized complex farms make it possible to carry out the

calculations necessary for the processing of livestock farm waste to obtain biohumus and earthworm biomass.

The implementation of such a technology ecologically safely disposes of manure, straw and other waste of organic origin with the production of highly effective fertilizer - biohumus.

Key words: vermiculture, earthworms, biohumus, equipment, organic waste.



Copyright: Сенчук М.М., Харчишин В.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.

