



UDC 631.86:595.14

**CULTIVATION OF INDUSTRIAL WORMS BY CONTAINER METHOD
IN THE CONDITIONS OF ZHYTOMYR POLISSIA**

S. Zhuravel, M. Kravchuk, T. Klimenko, V. Polishchuk

Article info

Received
19.03.2020

Accepted
27.05.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

E-mail:
energo-center@ukr.net;
knzt@i.ua

Zhuravel, S., Kravchuk, M., Klimenko, T., Polishchuk, V. (2020). Cultivation of industrial worms by container method in the conditions of Zhytomyr Polissia. Scientific Horizons, 05 (90), 22–28. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-22-28.

The efficiency of different worm types application is analyzed during the ternary substrate composting in the container method in the conditions of the Zhytomyr Polissia. At the same time, after three-months composting the highest reproductive ability was recorded at a worm of *Dendrobaena veneta* – 25.3 eggs (cocoons) per one individual of reproductive age. However, the biggest biomass of a vermiculture on a finishing stage of composting was received when using the Staratel worm, due to significant growth of the number of young individuals per one substrate unit. It is also established that the vermiculture considerably accelerates process of composting of organic substrate, provides improvement of agrochemical and biological indicators of compost. In this way, the content of nitrogen increased in comparison to control by 116.7 %, phosphorus – 72.7 and 81.8 %, and potassium – 25.0 and 40.0 %, respectively in vermicompost of the Californian worm and Staratel during cultivation. When using *Dendrobaena*'s the content of nitrogen increased by 58.3 %, phosphorus – for 63.6 %, and potassium – for 35 % concerning control. Increase in maintenance of humified organics in substrate on options with vermiculture for 20.9–26.4 % concerning control indicates the increasing of compost energy potential due to positive changes in structure of an organic part due to increase of the detritus and a humified organic part. Further researches will be directed to establishment of the best ratio between components for composting (manure : green material : leaves or straw) and also optimization of the modes of moistening and temperature in containers for providing comfortable conditions for development of a vermiculture and production of high-quality compost. The economic efficiency of the offered technology for the production of vermicompost by container method is high even at the wholesale prices – relatively net profit was 3217 UAH/t.

Key words: Californian worms, *Dendrobaena*, Staratel, vermiculture, vermicompost, biohumus, organic technology.

**ВИРОЩУВАННЯ ЧЕРВ'ЯКІВ ПРОМИСЛОВОГО СПРЯМУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИМ
СПОСОБОМ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

С. В. Журавель, М. М. Кравчук, Т. В. Клименко, В. О. Поліщук

Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Проаналізовано ефективність застосування різних видів черв'яків при компостуванні трикомпонентного субстрату контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся. Водночас, після тримісячного компостування найвища репродуктивна здатність була зафіксована у черв'яка

Dendrobaena veneta – 25,3 яйця (коконі) на одну особину репродуктивного віку. Проте, найбільша біомаса вермикюльтури на завершальній стадії компостування була отримана за використання черв'яка Старатель, передусім, за рахунок суттєвого росту чисельності молодих особин на одиницю субстрату. Також встановлено, що вермикюльтура значно прискорює процес компостування органічного субстрату, забезпечує покращення агрохімічних та біологічних показників компосту. Так, у вермикюмпості за вирощування Каліфорнійського черв'яка та Старателя вміст азоту збільшився порівняно з контролем на 116,7 %, фосфору – 72,7 і 81,8 %, а калію – 25,0 і 40,0 %, відповідно. За використання Дендробени вміст азоту підвищився на 58,3 %, фосфору – на 63,6 %, а калію – на 35 % відносно контролю. Підвищення вмісту гуміфікованої органіки в субстраті на варіантах з вермикюльтурою на 20,9–26,4 % відносно контролю вказує на підвищення енергетичного потенціалу компосту за рахунок позитивних змін у структурі органічної частини за рахунок збільшення частки детриту і гуміфікованої органічної частини. Економічна ефективність запропонованої технології виробництва вермикюмпосту контейнерним способом є високою навіть за реалізації біогумусу за оптовими цінами – умовно чистий прибуток становив 3217 грн/т.

Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення найкращого співвідношення між компонентами для компостування (гній : зелена маса : листя чи солома), а також оптимізації режимів зволоження і температури у контейнерах для забезпечення сприятливих умов для розвитку вермикюльтури та виробництва високоякісного компосту.

Ключові слова: Каліфорнійський черв'як, Дендробена, Старатель, вермикюльтура, вермикюмпост, біогумус, органічна технологія.

Вступ

Проблема утилізації та переробки органічних відходів тваринницьких комплексів широко досліджується у світі. У природному стані такі відходи часто не відповідають агрохімічним та екологічним вимогам через наявність в них патогенних організмів, життєздатного насіння бур'янів, залишків пестицидів та антибіотиків (Barshteyn et al., 2016; Korolenko & Varlamova, 2017). Тому актуальним завданням є пошук і впровадження технологій, які б забезпечили переробку твердих органічних відходів з мінімальними технологічними затратами безпечним для довкілля способом. Бажано, щоб такі технології виключали утворення шкідливих мікроорганізмів, забезпечували утилізацію життєздатного насіння бур'янів, мінімізували ймовірність забруднення повітря, ґрунту і ґрунтових вод продуктами розкладу (Castillo et al., 2010; Petrochenko et al., 2015; Korolenko & Varlamova, 2017). Однією з таких технологій є вермикюльтивування – штучне розведення черв'яків для переробки органічних матеріалів у вермикюмпост. Технологія набула поширення наприкінці ХХ століття у США, Західній Європі, Японії та низці інших країн світу, оскільки істотно обмежувала або виключала небезпеку забруднення навколишнього середовища твердими органічними відходами і забезпечувала отримання збагаченого корисною мікрофлорою біогумусу (Ansari, 2011; Sukhanova et al., 2015;

Nekrasov et al., 2016). Крім того, при переробці на вермикюмпост таких органічних добрив, як гній та солома, значно підвищується ефективність їх застосування (Gorodniy et al., 1990; Bezdil, 2015).

Тому на базі Житомирського національного агроєкологічного університету був закладений стаціонарний дослід щодо вивчення ефективності використання різних видів дощових черв'яків (Дендробена (черв'як Європейський), Каліфорнійський та Старатель) при виробництві вермикюмпосту контейнерним способом.

Відомо, що дощові черв'яки забезпечують меліорування й структурування ґрунту (Bezdil, 2015). Крім того, вони інтенсивно подрібнюють масу рослинних залишків на дрібні частинки, перетворюючи її на детрит, який є безпосереднім джерелом для утворення доступних форм елементів живлення, а також може виступати матеріалом для синтезу гумусових сполук. Вермибіота подрібнює гній значно швидше, ніж це відбувається лише за бактеріальної трансформації (Zagorskaya & Ivanov, 2019). Шлунковий сік черв'яків нейтралізує патогенні мікроорганізми. Рослинні залишки зазнають глибоких змін, розкладаючись до більш простих сполук (Ansari, 2011; Zagorskaya & Ivanov, 2019). Водночас, поглинута маса ґрунту збагачується на кальцій, фосфор, магній, ферменти, а також інші макро- і мікроелементи, активізується синтез гумусових кислот (Petrochenko et al., 2015; Shuvar et al., 2015; Korneeva, 2017). Останні за хімічним

складом відрізняються від гумусу, який формується у ґрунті за участі лише бактерій, оскільки у кишківнику хробаків відбувається полімеризація детриту та інших продуктів розпаду (Bezdil, 2015).

В Україні дослідженням властивостей вермикомпосту і ефективності його застосування у сільському господарстві займалися М. М. Городній, І. А. Шувар, І. П. Мельник та інші (Городній *et al.*, 1990; Shuvar *et al.*, 2015; Мельник *et al.*, 2015) Теоретичній розробці і практичному впровадженню біотехнологічної трансформації органічних відходів, зокрема їх переробці у нові види добрив, присвячені роботи А. В. Бикіна, а також спеціалістів асоціації «Біоконверсія» (м. Івано-Франківськ), (Pohvan *et al.*, 1994).

Метою досліджень було проаналізувати ефективність застосування різних видів вермикюльтури, зокрема, Каліфорнійського черв'яка, Дендробени та черв'яка Старателя на трикомпонентному субстраті за контейнерного способу вирощування.

Матеріали та методи

Дослідження виконували у стаціонарному досліді ЖНАЕУ (НДР за темою: «Розробка ефективних способів приготування компостів в органічному та біодинамічному землеробстві», номер держреєстрації 0118U004349). Закладка трикомпонентної суміші (кінський гній : зелена маса : листя (солома) = 1:1:1) проводилася пошарово у контейнери розміром 2×1×1 м, що відповідає 2 м³, до половини об'єму (1 м³). Заселення контейнерів вермикюльтурою з

розрахунку 2 сім'ї на 1 контейнер проводилося після досягнення у компості оптимальних параметрів водно-повітряного і температурного режимів (маса 1 сім'ї дорівнювала 1 кг). У контейнери згідно зі схемою досліду були заселені наступні види вермикюльтури: Каліфорнійський, Дендробена, Старатель. Закладка трикомпонентної суміші за сезон проводилася двічі (пошарово). При цьому, перший період компостування тривав з квітня по червень (тривалість – три місяці), другий – з липня по вересень (тривалість – три місяці). Відбір зразків для аналізу стану вермикюльтури, агрофізичних і агрохімічних показників готового вермикомпосту виконували на завершальній стадії компостування (Zhuravel *et al.*, 2020).

Результати досліджень та обговорення

Аналіз структури вермибіоти на заключному етапі компостування показав, що найбільша кількість відкладених яєць зафіксована за вирощування *Dendrobaena veneta*. При цьому, на одну особину репродуктивного віку припадало в середньому 25,3 яйця (коконі), (табл. 1). Найнижчим показник був за використання черв'яка Старатель – 11,5 яєць на одну репродуктивну особину. Однак, вихід молодих особин (не репродуктивного віку) на цьому варіанті був значно вищим, порівняно з іншими, оскільки Старатель краще пристосований до кліматичних умов зони, тому досить швидко розмножується і характеризується високою продуктивністю (Sukhanova *et al.*, 2015; Nekrasov *et al.*, 2016; Zagorskaya *et al.*, 2019).

Таблиця 1. Структура різних видів вермикюльтури на завершальному етапі компостування за стадіями розвитку черв'яків, шт./кг субстрату

Вид вермикюльтури	Кокони (яйця)	Особини не репродуктивного віку	Особини репродуктивного віку
Каліфорнійський	140±11*	37±4	8±1
Дендробена	152±13	45±5	6±1
Старатель	92±9	79±9	8±1

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал.

Найнижча біомаса вермикюльтури зафіксована на варіанті, де використовувався Каліфорнійський черв'як, – 17,4±1,3 г/кг компосту. За умови культивування Старателя, біомаса була на 5,4 г/кг компосту, або 31 % вищою, передусім, за рахунок молодих особин, які в

структурі загальної біомаси по виду займали 69 % (табл. 2). Для порівняння, на варіанті з Каліфорнійським черв'яком частка молодих особин становила 43 %, а Дендробена – 49 % загальної біомаси.

Таблиця 2. Маса вермикультури на завершальній стадії компостування, г/кг субстрату

Вид вермикультури	Кокони (яйця)	Особини не репродуктивного віку	Особини репродуктивного віку	Загальна маса вермикультури
Каліфорнійський	7,0±0,5	7,4±0,8	3,0±0,4	17,4±1,3
Дендробена	7,6±0,6	9,0±0,8	1,8±0,2	18,4±1,4
Старатель	4,6±0,5	15,8±1,9	2,4±0,2	22,8±2,3

Суттєвий вплив на розвиток вермикультури має температурний режим при компостуванні. Так, наші дослідження у лабораторних умовах показали, що зниження температури на 10 °С призвело до подовження тривалості інкубаційного періоду у 2,3 рази (до 76–82 днів), проте вихід черв'яка збільшився на 26,8–38,8 %.

Використання вермикультури забезпечило прискорення процесу компостування органічної

маси субстрату. Аналіз водно-фізичних показників на завершальній стадії компостування показав, що найвища вологість компосту зафіксована за використання черв'яка Старатель і Дендробена, що на 7,9 і 7,1 % вище за контроль (рис. 1). За вирощування Каліфорнійського черв'яка різниця відносно контролю була статистично недостовірною.

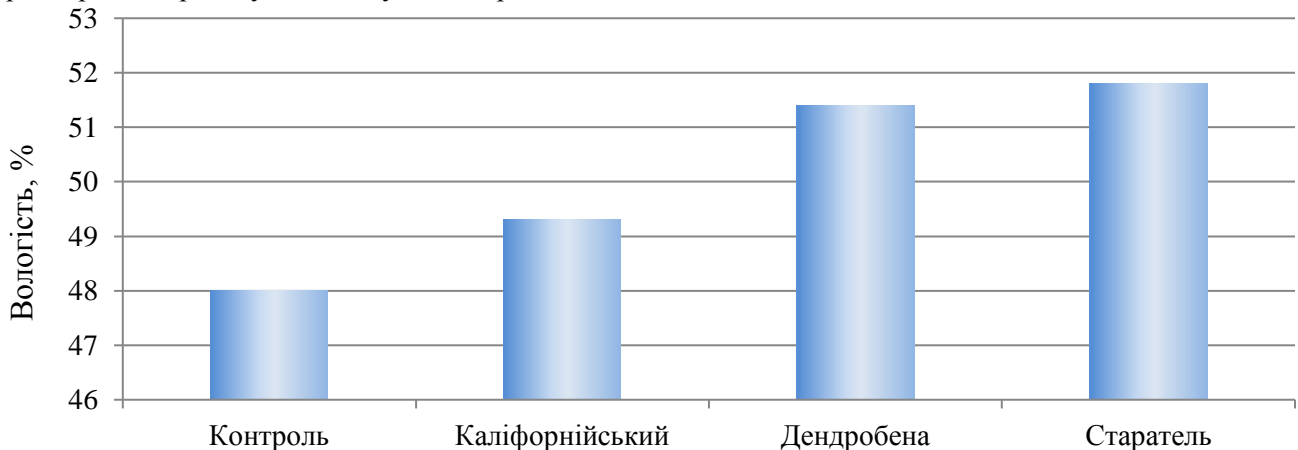
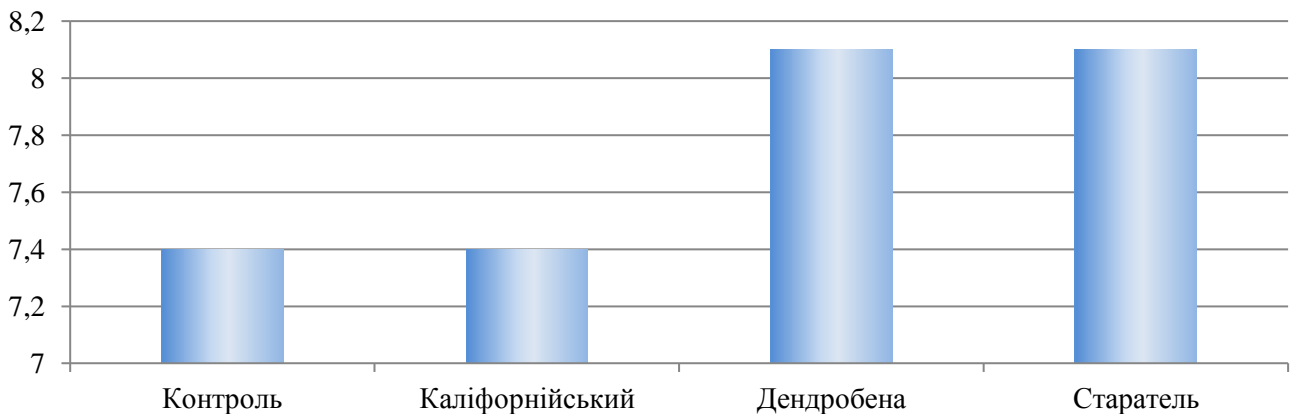


Рис. 1. Вологість компостів залежно від виду вермикультури, %

Кислотність готового компосту також залежала від виду вермикультури. Так, на контрольному варіанті та при вирощуванні Каліфорнійського черв'яка сформувалась близька

до нейтральної реакція середовища ($pH=7,4\pm 0,2$). В той же час, компост отриманий від Дендробени та черв'яка Старатель характеризувався середньо-лужною реакцією ($pH=8,1\pm 0,2$), (рис. 2).

Рис. 2. Реакція середовища pH_{col} компосту залежно від виду вермикультури

Також встановлено, що вермибіота забезпечила суттєве покращення агрохімічних показників компосту. Так, за культивування Каліфорнійського черв'яка та Старателя вміст азоту збільшився на 116,7 %, фосфору – 72,7 і 81,8 %, а калію – 25,0 і 40,0 %, відповідно, порівняно з контролем (рис. 3). На варіанті Дендробени вміст азоту підвищився на 58,3 %, фосфору – на 63,6 %, а калію – на 35 % відносно контролю. Крім того, зафіксовано підвищення вмісту гуміфікованої органіки у субстраті, яка визначалася методом Тюрина. Так, використання черв'яка Старатель для компостування органічної маси забезпечило збільшення показника на 26,4 %,

Дендробени – на 24,2 %, а Каліфорнійського черв'яка – на 20,9 % відносно контролю (рис. 4). Звичайно, при обґрунтуванні такого швидкого підвищення вмісту гуміфікованої органіки слід враховувати, що за використання методу Тюрина окислення біхроматом калію зазнає і частина передгумусової фракції – детриту, частка якого суттєво зростала на варіантах з вермибіотою. Проте, перевага зазначених варіантів щодо підвищення енергетичного потенціалу компосту під впливом вермикультури за рахунок позитивних змін у структурно-складовому відношенні системи: нерозкладені рослинні рештки – детрит – гумус є незаперечною.

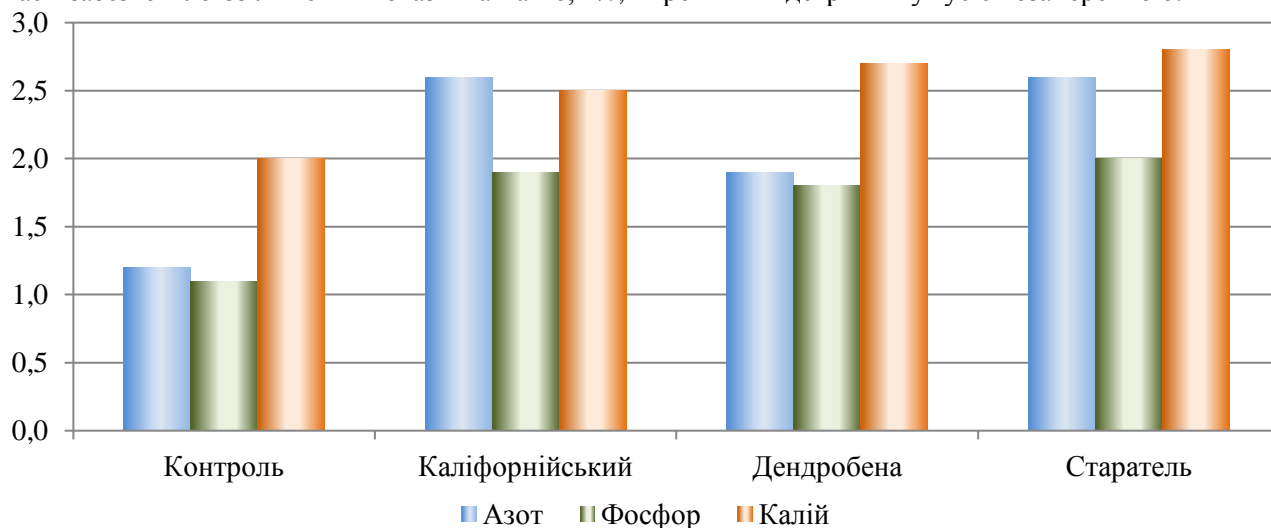


Рис. 3. Вміст азоту, фосфору, калію в компості, отриманому при вирощуванні різних видів черв'яків, %

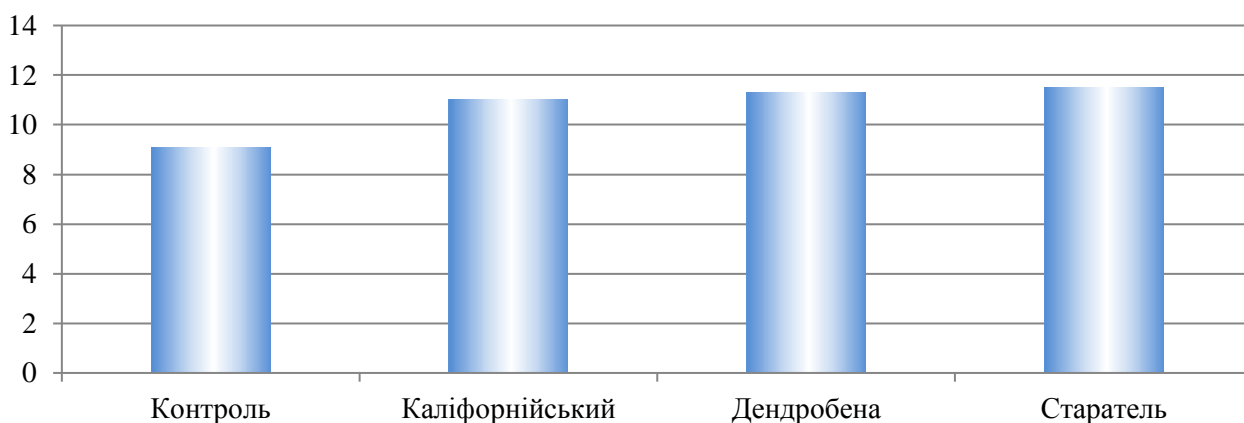


Рис. 4. Вміст гумусу в компості, отриманому при вирощуванні різних видів черв'яків, %

Економічна ефективність виробництва біогумусу в значній мірі визначається затратами на оплату праці, ціною політикою на гній, солому, зелену масу, маточне поголів'я черв'яка,

які сформувалися на момент розрахунку (Chemerus et al., 2017). Наші дослідження показали, що запропонована технологія виробництва вермикомпосту контейнерним

способом є ефективною, з економічної точки зору, навіть за реалізації продукції за оптовими цінами (ринкова ціна біогумусу станом на 2019 рік становила 6000 грн/т), (табл. 3).

Таблиця 3. Затрати на виробництво біогумусу контейнерним способом, 2019 рік

Показник	Вартість
Вартість органічних відходів (кінський гній, солома, зелена маса) на 1 т біогумусу, грн/т	350
Транспортування органічних відходів на площадку для компостування, грн/т	68
Навантаження органічних відходів, грн/т	85
Розкладання органічних відходів у контейнери, грн/т	220
Заселення компосту маточним поголів'ям, грн	500
Догляд за компостом (полив, рихлення, укріття соломою), грн/т	680
Вибірка готового біогумусу, грн/т	350
Пересівання біогумусу, грн/т	420
Інші витрати, грн	110
Всього, грн	2783

Отже, зазначена технологія забезпечила отримання умовно чистого прибутку на рівні 3217 грн/т. За умови реалізації вермикомпосту у фасованому вигляді через роздрібну мережу або дрібними партіями його економічна ефективність суттєво зростатиме (Chemerus et al., 2017).

Висновки

1. В умовах дослідження встановлено, що за тримісячного компостування трикомпонентного субстрату найвища репродуктивна здатність була зафіксована у черв'яка *Dendrobaena veneta* – 25,3 яйця (кокони) на одну особину репродуктивного віку. Проте, найбільша біомаса вермикультури на завершальній стадії компостування була отримана за використання черв'яка Старатель, передусім, за рахунок формування найбільшої кількості молодих особин на одиницю субстрату.

2. Використання вермикультури сприяло суттєвому прискоренню процесу компостування органічної маси субстрату. Водночас, у вермикомпості за вирощування Каліфорнійського черв'яка та Старателя вміст азоту збільшився на 116,7 %, фосфору – 72,7 і 81,8 %, а калію – 25,0 і 40,0 %, відповідно, порівняно з контролем. За використання Дендробени вміст азоту підвищився на 58,3 %, фосфору – на 63,6 %, а калію – на 35 % відносно контролю.

3. Підвищення вмісту гуміфікованої органіки в субстраті на варіантах з вермикультурою на 20,9–26,4 % відносно контролю вказує на

підвищення енергетичного потенціалу компосту за рахунок позитивних змін у структурно-складовому відношенні системи: нерозкладені рослинні рештки – детрит – гумус у напрямку збільшення частки детриту і гуміфікованої органічної частини.

3. Запропонована технологія виробництва вермикомпосту контейнерним способом є ефективною і, з економічної точки зору, навіть за реалізації продукції за оптовими цінами, що склалися станом на 2019 рік. При цьому, умовно чистий прибуток становив 3217 грн/т.

References

- Ansari, A. (2011). Worm Powered Environmental Biotechnology in Organic Waste Management. *International Journal of Soil Science*, 6 (1), 25–30. doi: <https://doi.org/10.3923/ijss.2011.25.30>.
- Barshteyn, V. Yu., Krupoderova, T. A., Garmash, S. N., Pospelov, S. V., Pospelova, A. D. & Nagornaya, S. V. (2016). Biokonversiya othodov agropromyishlennogo kompleksa [Agro-industrial waste bioconversion]. Novosibirsk : ANS «SibAK» [in Russian].
- Bezdil, R. V. (2015). Vliyaniye sostava substrata na vykhod vermikomposta i biomassy iskusstvennoy populyatsii *Eisenia Foetida* [The influence of substrate composition on the output of vermicompost and biomass of artificial population of *Eisenia Foetida*]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 25 (10), 156–161 [in Russian].

Castillo, H., Hernandez, A., Dominguez, D. & Ojeda, D. (2010). Effect of californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials. *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 70 (3), 465–473. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000300014>.

Chemerys, V. A., Dushka, V. I. & Maksym, V. L. (2017). Ekonomichna efektyvnist ta investitsiyna privablivist virobnitstva produktsiyi vermikulturni v Ukraini [Economic efficiency and investment attractiveness of vermiculture goods production in Ukraine]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho*, 19 (81), 107–113. doi: <https://doi.org/10.15421/nvlvet8119> [in Ukrainian].

Gorodniy, M. M., Melnik, I. A., Povkhan, M. F., Tivonchuk, S. A., Gutsulyak, V. D., Serdyuk, A. G. ... Korzhan, S. I. (1990). Biokonversiya organicheskikh otkhodov v biodinamicheskom khozyaystve. [Bioconversion of organic waste in a biodynamic economy]. Kiyev : Urozhay [in Russian].

Korneeva, I. Yu. (2017). Indikatornyie pokazateli chervey i rasteniy dlya otsenki ekologicheskogo sostoyaniya vermikompostiruemyih pochv [Indicator the indicators of earthworms and plants to assess the ecological status vermicomposting soil]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhbyi narodov. Ser. Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti*, 25 (1), 97–103. doi: <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2017-25-1-97-103> [in Russian].

Korolenko, I. D. & Varlamova, L. D. (2017). Harakteristika vermikompostov i ih vliyanie na agrohimicheskie pokazateli svetlo-seroy lesnoy pochvyi, urozhay i kachestvo produktsii [Vermicomposts characteristics and its impact on agrochemical indicators of light Gray forest soil, yield and production quality]. *Agrohimicheskiy vestnik*. 2, 37–40 [in Russian].

Melnyk, I. P., Kolisnyk, N. M., Shuvar, I. A., Sendetskyi, V. M. & Titov, I. M. (2015). Doshchovi cherviaky: naukovi aspekty vyroshchuvannya i praktychne zastosuvannya [Earthworms: scientific aspects of cultivation and practical application]. Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte [in Ukrainian].

Nekrasov, S. I., Nekrasova, J. A. & Rulyev, P. F.

(2016). Vermitehnologiya kak effektivnyiy metod obespecheniya ustoychivosti mestnyih agroekosistem [Vermitechnology as an effective method of ensuring the sustainability of local agro-ecosystems]. *Tavricheskiy nauchnyiy obozrevatel*, 1-1 (6), 140–151 [in Russian].

Petrochenko, K. A., Kurovsky, A. V., Babenko, A. S. & Yakimov, Yu. E. (2015). Vermikompost na osnove listovogo opada perspektivnoe kaltsievoe udobrenie [Vermicompost based on leaf litter is a promising calcium fertilizer]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 2 (30), 20–34. doi: <https://doi.org/10.17223/19988591/30/2> [in Russian].

Pohvan, M. F., Melnik, I. A., Andrienko, V. A. & Gorodniy, N. M. (1994) Vermikulturna: proizvodstvo i ispolzovanie [Vermiculture: production and use]. Kiev: UkrINTEI [in Russian].

Shuvar, I. A. Sendetskyi, V. M., Bunchak, O. M., Hnydiuk, V. S. & Tymofiichuk, O. B. (2015). Vyrobnytstvo ta vykorystannia orhanichnykh dobrykh [Production and use of organic fertilizers]. Ivano-Frankivsk: Symfoniya forte [in Ukrainian].

Sukhanova, I. M., Gazizov, R. R., Bikkinina, L. M.-Kh. & Yapparov, I. A. (2015). Tehnologiya vermikompostirovaniya kak odno iz resheniy ekologicheskikh problem [The vermicomposting technology as one of the solution to environmental problems]. *Agrohimicheskiy vestnik*, 6, 26–28 [in Russian].

Zagorskaya, E. P. & Ivanov, A. A. (2019). Primenenie detritofagov v protsesse polucheniya biogumusa [The use of detritus feeders in the process of producing vermicompost]. *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii*, 28 (2), 277–282. doi: <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2019-10230> [in Russian].

Zhuravel, S. V., Kravchuk, M. M., Polishchuk, V. O. & Dmytrenko, K. O. (2020). Osoblyvosti tekhnologii vyroshchuvannya riznykh vydiv cherviakiiv konteynernym sposobom [Technology features of growing of different types of worms by container method]. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic), 48 (3), 3–8 [in Ukrainian].