

ОТРИМАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВЕРМІКОМПОСТУ (БІОГУМУСУ) З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТУ

Буцяк Г.А., Буцяк В.І., Калин Б.М.

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького
вул. Пекарська, 50, 79010, м. Львів
byanna1712@ukr.net, v.buttsyak@gmail.com, dana24b@ukr.net

На даний час, одним із напрямів екологічного дослідження в глобальному масштабі є розробка і запровадження технологій щодо зменшення викидів у довкілля вуглекислого газу та інших газів, які безпосередньо беруть участь у формуванні парникового ефекту. Однією із перспективних технологій у вирішенні даної проблеми є використання біоконверсії органічних відходів, зокрема, опалого листя дерев і кущів міських екосистем. Опале листя як органічні відходи, залежно від аеробних чи анаеробних умов зовнішнього середовища, піддається біологічному розщепленню з утворенням парникових газів та інших поллютантів, які здатні включатися в трофічний ланцюг.

Використання біоконверсії органічного субстрату за допомогою вермікультури як безвідходної технології є вагомою альтернативою існуючим технологіям утилізації і переробки органічних відходів. Використання, у технологіях вирощування сільськогосподарських рослин, продукту переробки органічних відходів – біогумус дає можливість перейти виробникам до органічного землеробства. Така технологія передбачає вирощування екологічно безпечної продукції рослинництва.

У статті, на основі експериментальних даних, за використання базового субстрату, який складався з компосту опалого листя 85% та 15% ґною великої рогатої худоби були встановлені оптимальні характеристики температурного режиму, вологості та рН базового субстрату для вермікультивування. Встановлено оптимальний температурний режим (25°C), вологість (80%) та рН – 7,0 процесу біоконверсії базового субстрату популяцією вермікультури. Одержаний біогумус в процесі вермікомпостування проявляє стимулюючий ефект на відновлення родючості ґрунту, врожайність кукурудзи зросла на 36,6% за використання біогумусу в дозі 6 т/га. *Ключові слова:* вермікультивування, гібрид червоного каліфорнійського черв'яка, біоконверсія, базовий органічний субстрат, родючість ґрунтів, врожайність.

Obtaining and using of vermicompost (biohumus) with the purpose of improving the nutrient regime of the soil. Butsyak A., Butsyak V.

Currently, one of the directions of environmental research on a global scale is the development and introduction of technologies to reduce emissions into the environment of carbon dioxide and other gases that directly participate in the formation of the greenhouse effect. One of the perspective technologies in solving this problem is the use of bioconversion of organic waste, in particular, fallen leaves of trees and bushes of urban ecosystems. Fallen leaves as organic waste, depending on the aerobic or anaerobic conditions of the external environment, undergo biological decomposition with the formation of greenhouse gases and other pollutants that can be included in the trophic chain.

The use of bioconversion of organic substrate with the help of vermiculture as a zero-waste technology is a significant alternative to existing technologies for the utilization and processing of organic waste. The using of biohumus makes it possible for producers to switch to organic farming in the technologies of growing agricultural plants, the product of organic waste processing. This technology provides for the cultivation of ecologically safe plant products.

In the article, on the basis of experimental data, the optimal characteristics of the temperature regime, humidity and pH of the base substrate for vermiculture were established for the use of a base substrate consisting of 85% fallen leaf compost and 15% cattle manure. The optimal temperature regime (25°C), humidity (80%) and pH – 7.2 for the process of bioconversion of the basic substrate by the vermiculture population was established. The obtained biohumus in the process of vermicomposting has a stimulating effect on the restoration of soil fertility, the yield of corn increased by 36.6% when using biohumus at a dose of 6 t/ha. *Key words:* vermiculture, red California worm hybrid, bioconversion, basic organic substrate, soil fertility, yield.

Постановка проблеми. З метою успішної біоконверсії органічних відходів і одержання якісного вермікомпосту (біогумусу) необхідно створити оптимальні умови для забезпечення фізіологічно обумовленого росту та розвитку вермікультури. В перше чергу необхідно дотримуватися регламентованих технологічних умов культивування; правильно підібрати компоненти базового субстрату, врахувати

температурний режим культивування, вологість і рН, що дасть можливість отримання екологічно безпечного органічного добрива – біогумусу та використання його для відновлення родючості ґрунту [3].

Актуальність дослідження. Біоконверсія органічних відходів вермікультурою – гібридом червоного каліфорнійського черв'яка як безвідходна технологія дає можливість без забруднення при-

родного навколишнього середовища утилізувати і переробляти органічну біомасу в біогумус – органічне добриво II покоління та біологічну масу вермікультуру. Обґрунтування та розробка ефективних методів утилізації органічних відходів з допомогою вермікультури в сучасному етапі розвитку суспільства є своєчасною, необхідною і актуальною проблемою [1, 2].

Утилізація органічних відходів методом вермікультивування як безвідходна технологія, що забезпечує відновлення родючості ґрунтів та дає можливість розвитку органічного землеробства в сучасному аграрному секторі є своєчасною, необхідною і актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню стану біоконверсійних технологій, зокрема використання популяції вермікультури *Eisenia fetida* в утилізації та переробці органічних відходів, розробці співвідношення компонентів базового субстрату, заходів щодо оптимальних технологічних факторів (температурного режиму, вологості та рН) з метою одержання біогумусу присвячено велику кількість наукових праць [1-7, 9, 11-13]. Ряд публікацій висвітлюють питання використання біогумусу для підвищення родючості ґрунту і одержання екологічно безпечної продукції [8, 10, 14].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. У даній статті проведено дослідження щодо безвідходної біоконверсії органічних відходів шляхом вермікультивування з одержанням біогумусу – органічного добрива II покоління. Масштаби застосування вермікультивування щорічно зростають, тому важливо у даній технології використовувати нетрадиційні субстрати, зокрема компост опалого листя дерев як основної складової частини поживного середовища для популяції *Eisenia foetida* [11].

Новизна. Вперше досліджено оптимальне співвідношення компонентів базового субстрату – компост опалого листя 85% і 15% гною ВРХ як корму для популяції вермікультури, а також встановлено оптимальні абіотичні фактори (температура, вологість та рН) для культивування даного субстрату.

Методологічне або загальнонаукове значення. Визначена важливість біоконверсії органічних відходів шляхом вермікультивування, обґрунтовані напрямки щодо оптимізації технологічного процесу одержання біогумусу як високоякісного органічного добрива, з метою використання його як складової компоненти органічного землеробства.

Матеріали та методи досліджень. Процес вермікультивування проводили як в лабораторних, так й у виробничих умовах із дотриманням всіх технологічних вимог. Для вермікультивування використовували червоний каліфорнійський черв'як родини Lumbricidae, рід *Eisenia foetida*. Ложа формували за кількістю черв'яків, їхньою масою, площею і масою

субстрату (компост опалого листя 85% і 15% гною ВРХ). Бурти для ферментації закладали висотою 50-60 см. Для підтримки оптимальних параметрів ферментації субстрат зволожували водою до одержання вологості 70-80%. Для покращення аерації та вирівнювання вологи здійснювали перемішування субстрату один раз на тиждень.

Експериментальні дослідження були спрямовані щодо вивчення впливу абіотичних факторів на культивування, адаптованої до базового субстрату вермікультури.

Викладення основного матеріалу. До важливих абіотичних факторів, що впливають на активність вермікультивування та якість одержаних копролітів (біогумус) відносяться такі технологічні параметри як дотримання оптимального температурного режиму, вологості та рН базового субстрату. В попередніх дослідженнях було встановлено [12], що температурний режим в середині базового субстрату суттєво впливає на фізіологічний стан, ріст та розмноження популяції гібриду червоного каліфорнійського черв'яка. Відомо [13], що за температури нижче, ніж 3-4°C дощові хробаки мігрують у середину субстрату, стають малорухливими, а за температури вище 31-33°C та підвищеної вологості активність популяції черв'яків знижується, аж до температури вище 37°C, за якої вони гинуть.

Тому важливо дослідити вплив температурного режиму субстрату на приріст живої маси популяції вермікультури залежно кількості днів культивування (рис. 1). Як видно з рисунку, в умовах експериментального ложа, оптимальною є температура – 25°C. За даної температури приріст живої маси популяції червоного каліфорнійського гібриду досягнув 1000 мг за 80 днів культивування, тоді як за температури субстрату 15, 20 та 30°C дану живу масу популяція вермікультури набрала відповідно за 180, 135 та 150 днів культивування.

Враховуючи отримані результати, нами вибраний технологічний температурний режим 25°C, який забезпечить високу життєву активність популяції каліфорнійського гібриду та максимальний приріст її живої маси, що перевищував у 1,7-2,3 досліджувані зразки за інших температурних режимів субстратів.

Важливим абіотичним фактором у технологічному процесі культивування популяції гібриду червоних каліфорнійських черв'яків є підтримання оптимальної вологості базового субстрату (рис. 2). Як видно із даних наведених на рисунку, активність росту популяції вермікультури (приріст живої маси) зростає із підвищенням вологості субстрату. Так, за 50% вологості субстрату, приріст популяції *Eisenia foetida* був найменший і складав 1,9 кг/ложе, тоді як найвищим він був за вологості 80% (5,5 кг/ложе). За 60% вологості субстрату, приріст живої маси популяції *Eisenia foetida* був у 2,3 рази вищий порівняно з контрольним зразком (вологість субстрату 50%); за 70%, 80% та 90% відповідно вищий у 2,8, 2,9 та 2,7 рази.

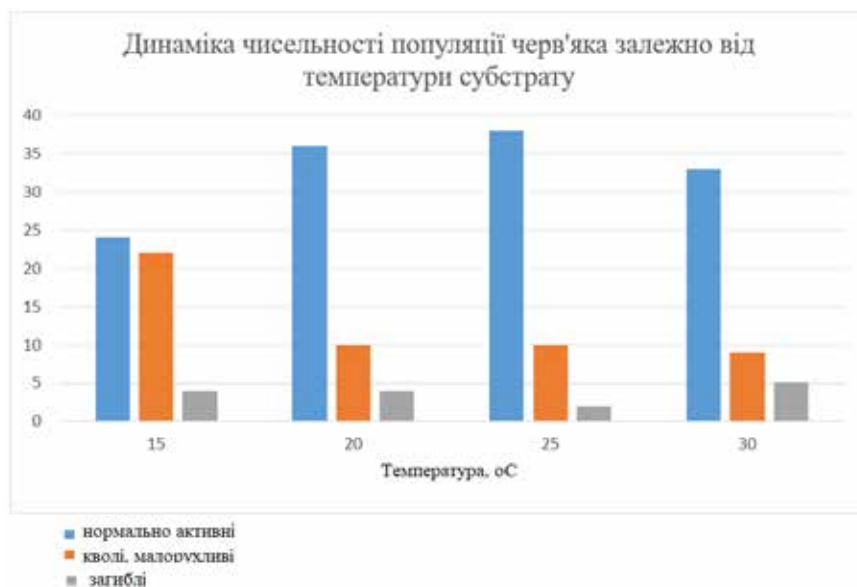


Рис. 1. Динаміка чисельності популяції гібриду червоного каліфорнійського черв'яка залежно від температури субстрату

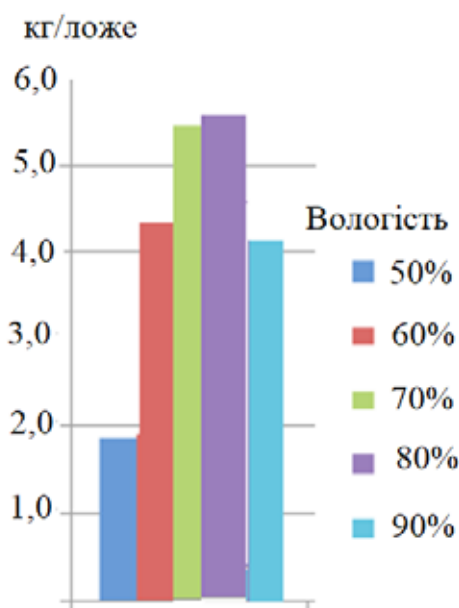


Рис. 2. Вплив вологості субстрату на приріст біомаси популяції *Eisenia foetida*, культивованої за 25°C, кг/ложе

Враховуючи результати експериментальних досліджень можна з упевненістю констатувати, що за вологості від 70 до 90% приріст живої маси популяції вермікультури був найвищим і коливався в межах від 5,18 до 5,57 кг/ложе. Однак, оптимальною вологістю адаптованого субстрату, який складався з компосту опалого листя 85% і 15% гною ВРХ була вологість в межах 80%.

За вологості менше як 60% сповільнюються процеси ферментація базового субстрату популя-

цією гібриду червоних каліфорнійських черв'яків, а за вологості вище 80% у субстраті зменшуються аеробні та прискорюються анаеробні процеси, що негативно впливає на ріст і розвиток хробаків.

Згідно технологічного регламенту, перед закладкою нової партії субстрату (корму) для вермікультури, необхідно визначити його рН. Допускається використання субстрату з рН від 6,2 до 8,0. Черв'яки можуть загинути, якщо реакція середовища кисла ($\text{pH} \leq 5,5$) або сильнолужна ($\text{pH} \geq 8,5$) [3]. Визначення кислотності обов'язкове для кожної нової субстрату. Нами встановлено (табл. 1), що оптимальним для популяції черв'яків червоного каліфорнійського гібриду є нейтральне середовище базового субстрату з $\text{pH} = 7,0$. Так, за 80 днів експерименту, найвищий приріст живої маси популяції вермікультури (1056 мг) було досліджено за використання базового субстрату з нейтральним значенням рН.

Приріст живої маси вермікультури на базових субстратах з рН 8,0 та 6,0 були найнижчими (621 та 734 мг), що відповідно на 435 та 322 мг були меншими порівняно до нейтральних умов культивування. За використанням базових субстратів з рН 6,5 та 7,5 також спостерігається зниження приросту популяції черв'яків відповідно на 14,9 та 18,4%.

Кінцевим продуктом життєдіяльності вермікультури є копроліти (біогумус) – органічне добриво II покоління. Біогумус як добриво нового покоління має значні переваги над класичними органічними та мінеральними добривами. Пропускаючи частинки субстрату через шлунково-кишковий тракт черв'яки разом із симбіотичною мікрофлорою здатні синтезувати біологічно активні речовини, стимулятори росту, стабілізувати рН, що забезпечує збалансо-

Таблиця 1

Динаміка приросту живої маси вермікультури залежно від рН базового субстрату за дотриманням оптимального температурного режиму та вологості.

рН базового субстрату	Приріст живої маси, мг	± до субстрату з рН=7,0
6,0	734	- 322
6,5	898	- 158
7,0	1056	0
7,5	862	- 194
8,0	621	- 435

Таблиця 2

Вплив біогумусу на відновлення родючості ґрунту на прикладі врожайності кукурудзи, т/га.

Варіанти дослідів	Врожайність	Приріст	%
Контроль (класична технологія)	6,02	-	-
Дослідна 1 (К+ біогумус – 2 т/га)	6,86	0,84	13,9
Дослідна 2 (К+ біогумус – 4 т/га)	7,48	1,46	24,2
Дослідна 3 (К+ біогумус – 6 т/га)	8,22	2,20	36,6

ваність елементів живлення для рослин. У результаті життєдіяльності популяції каліфорнійського гібриду знищується шкідлива мікрофлора базового субстрату (спороутворюючі, гнильна, маслянокисла тощо), а це сприяє незараженню субстрату. Крім того в одержаному біогумусі відсутні насіння бур'янів, важких металів та інших поллютантів [11].

Використання біогумусу є однією із передумов ведення органічного землеробства та відновлення родючості ґрунту. Тому, нами досліджувався вплив біогумусу на відновлення та підвищення родючості ґрунту на прикладі врожайності кукурудзи (табл. 2).

Як видно із таблиці, додаткове внесення в ґрунт біогумусу в кількості від 2 до 6 т/га покращило поживний режим ґрунту, підвищило його родючість на 0,84 т/га за внесення біогумусу в кількості 2 т/га, на 1,46 т/га за внесення біогумусу в кількості 4 т/га та на 2,20 т/га за внесення біогумусу в кількості 6 т/га. Цей ефект зумовлений тим, що біологічно активні речовини (фітогормони) біогумусу проявляють стимулюючий ефект для росту та розвитку рослин.

Отже, можна стверджувати, що біогумус за рахунок високого вмісту поживних речовин (гумусу, загального Нітрогену, рухомого Фосфору і обмінного Калію), симбіотичних популяцій мікроорганізмів та біологічно активним речовинам, що утво-

рюються в процесі вермікомпостування сприятливо впливає на відновлення родючості ґрунту. Так, за додаткового внесення біогумусу в кількості 6 т/га врожайність кукурудзи зростає на 36,6%.

Висновки. Вермікультивування як безвідходна технологія переробки органічних відходів у біогумус – органічне добриво II покоління є вагомою альтернативою існуючим технологіям в рослинництві щодо можливості переходу до органічного землеробства. Така технологія передбачає вирощування екологічно безпечної продукції рослинництва.

На основі експериментальних досліджень встановлено, що оптимальним базовим субстратом (кормом) для вермікультури виявився компост опалого листя 85% і 15% гною ВРХ. Встановлено оптимальний температурний режим (20°C) та вологість (80%) процесу вермікомпостування базового субстрату в біогумус. Досліджено динаміку зміни рН в процесі ферментації досліджуваного компосту.

Додаткове внесення в ґрунт біогумусу в кількості від 2 до 6 т/га покращило поживний режим ґрунту, підвищило його родючість на 0,84 т/га за внесення біогумусу в кількості 2 т/га, на 1,46 т/га за внесення біогумусу в кількості 4 т/га та на 2,20 т/га за внесення біогумусу в кількості 6 т/га.

Література

1. Фурдичко О.І., Дем'янюк О.С. Якість і безпека сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 7–10.
2. Буцяк В.І., Скіп О. С., Буцяк А. А., Гавриляк В. В, Швед О. В. Властивості копролітів, одержаних після культивування *Eisenia foetida* на субстраті з компосту опалого листя. *Збірник наукових праць. Сучасні досягнення фармацевтичної технології та біотехнології*. Харків. 2018. Вип.5. С. 352–356.
3. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 11–20.
4. Сендецький В.М. Виробництво органічних добрив нового покоління «Біогумус» з органічних відходів агропромислового комплексу методом вермікультивування і його вплив на врожайність сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. Агробіологія*. 2010. № 4. С. 80.

5. Мерзлов С. В., Мельниченко О. М., Машкін Ю. О., Бількевич В. В. Ріст біомаси каліфорнійських черв'яків і накопичення у ній кобальту за різних концентрацій металу в поживному середовищі. WEB OF SCHOLAR. 2017. 5(14). С. 10-12.
6. Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В. Вплив різних джерел та доз йоду на нарощування біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків. Науковий вісник *НУБІП України*. Київ, 2014. № 202. С. 286–291.
7. Буцяк В.І., Скіп О. С., Буцяк А. А., Гавриляк В. В., Швед О. В. Альтернативне використання субстратів опалого листя у вермікультуванні/ *СТАС. Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2018. V.1, № 2. С. 74–79.
8. Буцяк Г.А. Використання біогумусу для підвищення родючості ґрунту і ожержання екологічно безпечної продукції. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2012. т 14, № 2 (52). Ч.3. С. 33–36.
9. Дощові черв'яки: наукові основи вирощування і практичне використання / І.П. Мельник та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 444 с.
10. Гирка А.Д., Вінюков О.О., Андрейченко О.Г. Вплив біопепаратів та регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та плівчастого в умовах північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 65–68.
11. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермікультування. *Науковий вісник ЛНУ ВМБТ ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2011. Т. 13, № 2 (48), Ч. 1. С. 466–470.
12. Буцяк Г.А., Буцяк В.І. Вплив температури базового субстрату на фізіологічний стан та приріст популяції *Eisenia foetida*. Матеріали I міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 25 березня 2021 року. Харків. С. 118–119 с.
13. 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.
14. Мартенюк Г. М. Біогумус в системі органічного виробництва. Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 12-13 трав. 2016 р. Житомир: Видавець О. О. Євенок. С. 189–192.