

## **ВЕРМИКУЛЬТИВУВАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ Й ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННИХ РЕШТОК В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ**

**Карпенко Ю. О.**, кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони природи, вчитель біології і екології ліцею

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*

**Потоцька С. О.**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, вчитель біології і екології ліцею

*ГО «Чернігівська обласна організація Українського товариства охорони природи»*

**Рей Р. М.**, учень II курсу класу біолого-хімічного профілю ліцею

*Чернігівський обласний педагогічний ліцей для обдарованої сільської молоді*

*Чернігівської обласної ради*

Шкода від спалювання рослинних решток (сухої трави й листя) надзвичайно велика й небезпечна, через прямі та опосередковані впливи на компоненти ґрунтової сфери, і довкілля в цілому. Так, випалюючи сухі залишки рослинності, відбувається забруднення ґрунтів, загибель біорізноманіття (комах, птахів, ссавців, рослин, їх насіння) та має шкідливий вплив на здоров'я й життя людей.

Утилізація рослинних решток, які утворюються щорічно в процесі аграрного виробництва, шляхом розробки сучасної технології його біоконверсії сприятиме з однієї сторони поліпшенню екологічного стану довкілля, а з іншої отриманню значні кількості ефективного органічного добрива, внесення якого в ґрунт дозволить одночасно відновлювати й підтримувати на високому рівні родючість ґрунту. Тому вивчення питань, пов'язаних з розробкою й впровадженням екологічних і органічних технологій переробки залишків рослинності в умовах Лівобережного Полісся є дуже актуальним напрямком прикладних екологічних досліджень, що має безперечний науковий та практичний інтерес.

Особливу увагу привертає вермикультивування, суть якого полягає в використанні компостних черв'яків для отримання з різних органічних відходів екологічно чистого добрива – біогумусу, що містить повний набір макро- і мікроелементів для удобрення рослин.

В Україні науковцями Поліського національного університету було розроблено базову технологію виробництва біогумусу шляхом вермикомпостування органічних відходів, яка виступила успішною альтернативою щодо утилізації і переробки органічних відходів за допомогою вермикультури або черв'яків та включає такий процес як вермикультивування.

Метод вермикультивування передбачає штучне розведення черв'яків для переробки органічних відходів у вермикомпост, який є біологічно активним високоєфективним органічним екологічно безпечним добривом. Даний метод істотно обмежує або виключає небезпеку забруднення навколишнього середовища органічними відходами й дозволяє отримати біогумус, основними агроекоекологічними властивостями якого є велика кількість корисної мікрофлори та екологічна безпечність для довкілля.

У рамках цієї технології слід виділити метод компостування, тобто виробництва біодобрив із різних органічних відходів, для отримання екологічно чистої продукції та покращення ґрунту.

Виокремлюють шість причин щодо важливості компостування (яке є не лише популярний тренд, але і спосіб збільшення врожай, покращення ґрунту та власне здоров'я):

1. Зменшення територій звалищ, куди потрапляють традиційно органічні рослинні рештки.

2. Високоякісні органічні добрива, які, які мають поживні речовини та мікроелементи, їх можна використовувати для удобрення сільськогосподарських і декоративних рослин та покращення структури ґрунту.

3. Зменшення викидів парникових газів, що можуть утворюватися внаслідок перегнивання органіки на сміттєзвалищах.

4. Покращення якості повітря, яке визначається тим, що компост (листя, бур'яни (без насіння) та інші відходи рослинного походження) мають певні природні «пестицидні» властивості, який зменшує негативний вплив хімічних речовин на ґрунт і перешкоджає їхньому потраплянню у воду.

5. Вплив на властивості ґрунту, на його показники кислотності, що визначають подальшу активність мікроорганізмів, ріст і розвиток рослин і спрямованість процесів ґрунтоутворення.

6. Створення умов для розвитку ґрунтового біорізноманяття, а саме: для багатьох видів мікроорганізмів, дощових черв'яків, які додатково покращують якість ґрунту, а як наслідок – врожайність.

З значної кількості видів черв'яків для вермікультування придатні тільки декілька видів, серед них: гнойовий черв'як (*Esenia foetida*), великий червоний черв'як (або звичайний дощовий черв'як) (*Lumbricus terrestris*), малий червоний черв'як (*Lumbricus rubellus*) та кілька інших видів. [5].

Перші експерименти були проведені ще Ч. Дарвіном (1881 р.), в яких зазначав величезне значення діяльності черв'яків у формуванні родючих ґрунтів, зокрема розкрито питання про адаптацію черв'яків до умов довкілля, в доповіді на тему: «Про утворення ґрунтового шару». [3] У 1837 р. він розробив теорію, згідно з якою частки ґрунту весь час виносяться дощовими черв'яків з глибини на поверхню, завдяки чому предмети, що лежать на землі, виявляються через кілька років на глибині 6-10 см. [4]. Думка про позитивну роль дощових черв'яків у ґрунтоутворенні була вперше висловлена англійським натуралістом Гілбертом Вайтом (1789 р.) [3].

Дощові черв'яки (*Lumbricus terrestris*) виступають найважливішим компонентом ґрунтової мезофауни, а їх вплив на ґрунтові процеси є відмінним серед екологічних груп тварин [4].

Позитивним є вплив дощових черв'яків на забезпечення ґрунтової родючості (аерація, дренаж); формування водостабільних ґрунтових агрегатів, що сприяє зниженню ризику ерозії ґрунту (гумусових горизонтів); збільшенням утримання води в ґрунті (інфільтрація). А також вони сприяють кругообігу речовин в екосистемі, транспортуванню органічної речовини та подрібнення органічних матеріалів (як перший етап їхнього розкладання), забезпечення рослин поживними речовинами (шляхом концентрації їх у стінці ходів або збільшуючи біодоступність речовин, зокрема фосфору) і перетворення в речовин перегною в ґрунті на розчинні хімічні сполуки (коренів рослини мають необхідні для них азот, фосфор, калій та інші елементи); сприяють і зростанню продуктивності фітоценозів.

З початку 70-х років ХХ ст. у США, Японії, Італії, Іспанії, Франції, Австрії, Німеччині, Угорщині, Польщі, Китаї та ін. широко проводилися науково-практичні дослідження з біологічної переробки різних рослинних відходів та велику увагу приділялася використанню дощового каліфорнійського черв'яка [2].

В Україні питаннями дослідження властивостей вермикомпосту і його впровадження займалися М.М. Городній, І.О. Мельник, М.Ф. Повхан, І.А. Мірошник та ін. [6]. Робота А.В. Бикіна присвячена вирішенню проблем переробки органічних відходів у нові види добрив та ін. [8].

Технологія вермікультування – приготування і біодеградацію компосту з використанням червоних земляних (гнойових) черв'яків, які утилізують органічні відходи, пропускаючи їх через свій травний тракт і екскретують послід (син, копроліти, кастінг, вермікаст, вермігумус, біогумус), гранулярний продукт без запаху. При цьому зростає

біомаса черв'яків внаслідок їх розмноження. Різниця від звичайного компостування полягає у процесі використання ферментованих органічних решток як корм для цих тварин, які прискорюють деградацію органіки, перетравлюючи.

У рамках проекту ПМГ ПРООН ГЕФ «Розвиток спроможності молодіжного кліматичного центру» KR/SGP/OP6/Y5/CORE/YCC/2020/51, інноваційної програми ПМГ ГЕФ «Молодь та зміна клімату», який виконувався Чернігівською обласною організацією Українського товариства охорони природи (голова – Потоцька С. О.) на території Чернігівської, Житомирської областей впроваджувалися напрямки компостування в 10 закладах і установах. На території Чернігівської області було встановлено 5 компостних ящиків у рамках проекту було встановлено 5 компостних ящиків з технологією вермикомпостування щодо утилізації й переробки органічних відходів за допомогою вермикультури або черв'яків (Каліфорнійський та Дендробена (черв'як Європейський).

На території Чернігівського обласного педагогічного ліцею для обдарованої сільської ради; Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка», в 2-х навчально-реабілітаційних центрах Чернігівської області (комунальному закладі «Чернігівський навчально-реабілітаційний центр № 2» Чернігівської обласної ради, комунальному закладі «Чернігівський навчально-реабілітаційний центр №1» Чернігівської міської ради), установи природо-заповідного фонду – Мезинському національному природному парку. Один комплект компостних ящиків складався з дерев'яного контейнеру, розмірами: довжина 2 м, ширина 1 м, висота 1 м, а також сім'я черв'яків, що складається з вермибіоти різного віку, зокрема 300 статевозрілих особин, дрібних черв'яків та коконів (яець) (до 2000 штук) [6]. Внутрішні бічні стінки контейнера покриті темною плівкою, яка буде запобігати псуванню деревини та створення оптимальних режимів температури та вологості. Плівка пропускає до 70–80% сонячного проміння. Вона еластична і морозостійка, стійка проти дії концентрованих кислот, окислювачів тощо. Міцність на розрив нової плівки висока – 100 кг/см<sup>2</sup>.

Під час встановлення компостних контейнерів на території Чернігівської області науковцями Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка (Потоцька С. О., Карпенко Ю. О.) було проведено майстер-класи щодо раціонального використання компостного контейнера й запровадження технології вермикомпостування із можливістю вермикультивування. Також розроблено та передано плакати «Від компостного контейнера до біогумусу» з технологією вермокомпостування із описом 6 простих кроків в освітніх закладах, громадах, сільських домогосподарствах Чернігівської, Житомирської та Київської областей.

На території м. Чернігова та Чернігівської області було запроваджено екологічний молодіжний рух «Компостування у громадах – молодь діє!» в рамках якого було членами Чернігівської обласної організації Українського товариства охорони природи проведено акції «Цілі сталого розвитку в громадах – молодь діє» для учнівської та студентської молоді (з особливими потребами КЗ «Чернігівського навчально-реабілітаційного центру №2» Чернігівської обласної ради, Киселівської ЗОШ І–ІІІ ст. Менського району Чернігівської області, Чернігівського обласного педагогічного ліцею, Чернігівської загальноосвітньої школи №5 та ін.).

Учнівською молоддю Чернігівського обласного педагогічного ліцею для обдарованої сільської ради у рамках реалізації проекту (Рей Н.) виконував наукову роботу «Впровадження компостування залишків рослинності як екологічної моделі природних процесів ґрунтоутворення», яка отримала перемогу на Всеукраїнському конкурсі на присудження нагороди для обдарованої молоді та юнацтва «Панацея молода» (Диплом за І місце, секція – екологія). У дослідницькій роботі обґрунтовано шляхи створення екологічно безпечної біотехнології утилізації залишків рослинності в умовах Чернігівського Полісся методом вермикультивування для отримання екологічно чистого добрива – біогумусу для удобрення рослин і розробки еколого-безпечних шляхів поводження з рослинними відходами (на прикладі агробіостанції Чернігівського

обласного педагогічного ліцею). Для процесу вермикомпостування найбільш ефективно використовувати такі види черв'яків як *Dendrobaena veneta* (Дендробена), родини *Lumbricidae*, європейський чи бельгійський нічний повзун, великий м'ясистий черв'як з добре розвинутою мускулатурою та *Eisenia fetida* (каліфорнійський), родина *Lumbricidae*, черв'яки червоного гібрида. Кожний з даних видів характеризується еколого-морфологічними особливостями (табл). Черв'яки відрізняються за будовою та запахом. Дендробена, на відміну від каліфорнійського, не має неприємного запаху, також відрізняється колір. Але Каліфорнійський черв'як в декілька разів більший за Дендробену.

Дослідження агрохімічних показники якості вермикомпосту нами проводилися на базі лабораторії Державної екологічної інспекції у Чернігівській області. У порівнянні з традиційними компостами в біогумусі вищий вміст рухомих форм елементів живлення рослин, зокрема калію, фосфору, кальцію, а коефіцієнт гуміфікації зростає в 1,5–2 рази. У компості акумулюється велика кількість вітамінів, антибіотиків, амінокислот, що безпосередньо засвоюються рослинами. Компост є більш продуктивним дощового черв'яка *Dendrobaena veneta*.

Таблиця – Еколого-морфологічні особливості черв'яків

Види	Кількість сегментів		Довжина сегментів, мм	Забарвлення	
	Min	Max		1	2
<i>Eisenia fetida</i>	75	140	0.54	0	0
мезофіл, мезотрофоценоморфа					
<i>Dendrobaena veneta</i>	90	140	0.79	0	0
гігрофіл, олігомезотрофоценоморфа					

Умовні позначення: забарвлення: 1 – буре; 2 – відсутнє; 3 – червоно-коричневе, або червоно-фіолетове.

Черв'яки з кожної тони переробної органіки дають до 600 кг біогумусу, останні ж 400 кг перетворюють у біомасу свого тіла. У середньому необхідно приблизно 900 г (2000 особин) черв'яків для переробки 450 г їжі за добу. Щоб система працювала швидко, на об'єм 1,12 м<sup>3</sup> відходів та підстилки необхідно 20 000 черв'яків. Найбільш продуктивно «працюють» за температури від 13 до 25<sup>0</sup>С, тому температура субстрату не повинна опускатися до 0<sup>0</sup>С або підніматися вище 25<sup>0</sup>С [7]. Розроблено ефективні способи приготування компостів у поєднанні з червоним каліфорнійським черв'яком (*Eisenia fetida*), Дендробена (*Dendrobaena veneta*): листя (33%), тиса (33%, гній (33%), сім'я черв'яків (2 кг). Завдяки інтенсивній ферментації біогумус містить велику кількість біологічно активних речовин (ауксинів, гіберелінів та ін), які підсилюють приживлюваність, підвищують стійкість рослин проти захворювань, впливають на ріст і розвиток рослин, тим самим сприяючи одержанню продукції високої біологічної якості, придатної для тривалого зберігання у більш ранні строки. Біогумус має велику вологоємність, гідрофільність, механічну міцність; в ньому відсутнє насіння бур'янів. Біогумус містить велику кількість біологічно активних речовин, які сприяють відновленню деградованих ґрунтів, тобто забезпечують підвищення його родючості [1].

Технології вермокультивування за умов мінімальних затрат, як на сільськогосподарських підприємствах різних форм власності так і в умовах індивідуальних селянських господарствах дає прибуток в розмірі – 3217 грн з 1 т. Також, було проведено анкетування серед учнів, батьків викладачів на тему: «Не спалюй – компостуй!», розпочато впровадження заходів молодіжного руху «Компостування у громадах – молодь діє!», який започаткований проєктом інноваційної програми ПМГ ГЕФ «Молодь та зміна клімату» на території освітніх громад Чернігівської області.

Отже, поширення у рамках проєкту ПМГ ПРООН ГЕФ «Розвиток спроможності молодіжного кліматичного центру» на території Чернігівської області досвіду вермикомпостування в громадах дозволяє не лише утилізувати суху рослинність,

органічних відходів з подальшим отриманням органічних добрив, а й значно зекономити витрати, зберегти здоров'я людини, особливо в період світової пандемії коронавірусу COVID-19. Технології вермикомпостування і вермикультивування дозволять вирішити проблеми, пов'язані з утилізацією й переробкою органічних рослинних відходів на Лівобережному Поліссі, що сприятиме поліпшенню екологічної ситуації в цілому, а також дозволить отримувати біогумус, який є важливим для відновлення родючості ґрунтів і збільшенню врожайності екологічно якісної аграрної продукції та екологізації сільськогосподарського виробництва в цілому.

#### Література:

1. Безбородов Г. А., Халбаева Р. А. Влияние дождевых червей на агрохимические и водно-физические свойства орошаемых сероземов. // Почвоведение. – 1989. – №12. – С. 79–83.
2. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения. проблемы. перспективы»: сб. научн. тр. – Минск, 2013, – 250 с.
3. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти / М. В. Гаценко // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2014. – Вип. 19. – С. 11–20.
4. Гиляров М. С., Стриганова Б. Р. Роль почвенных беспозвоночных в разложении растительных остатков и круговороте веществ // Почвенная зоология. – М.: Наука, 1978. – Т. 5. Вып. 1. – С. 8–69.
5. Жуков О. В. Екологічна ніша дощових черв'яків (*Lumbricidae*) у просторі гіротопу і трофотопу біогеоценозів степового Придніпров'я // Біоресурси і природокористування – К. : 2016, Т. 8. – С. 53–67.
6. Лісовий М. М., Таргоня В. С., Клименко Т. В., Федорчук С. В., Трембіцька О. І., Журавель С. В. Технології біовиробництва (на основі біотехнологій): навчальний посібник. Житомир : 2018. – С. 98–99.
7. Петроченко К. А. Вермикомпост на основе листового опада – перспективное кальциевое удобрение. Вестник Томского гос. ун-та, 2015. – № 2 (30). – С. 20–34.
8. Сендецький В. М. Удосконалення технології виробництва органічного добрива «Біогумус» методом вермикультивування // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. – К. : Українська видавнича спілка, 2013, Вип. 17. – С. 231.

### ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ, ЩО МІСТЯТЬ ІОНИ КУПРУМУ

Тевтуль Я. Ю., доктор хімічних наук, професор

Чайковська Н. М.

Громадська організація «Чернівецька міська екологічна організація «АкваБук»» (м. Чернівці)

Мідь та її сплави широко використовують в електротехнічній і електронній промисловостях, машино- і приладобудуванні, галузях оборонного комплексу, порошковій металургії, для створення гальванічних мідних покриттів тощо. Під час хімічної чи електрохімічної обробки виробів з міді та її сплавів утворюються великі обсяги відходів, що містять токсичні хімічні сполуки Купруму.

Сучасний розвиток науки та техніки спрямований на переорієнтацію промислових процесів, які сприятимуть зменшенню навантаження на навколишнє природне середовище та збільшенню ефективності промислового виробництва. Впровадження екологічно безпечних технологій забезпечить створення нешкідливих для довкілля підприємств і