

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України
Технічний університет Дортмунда (Німеччина)
ЗАТ «Національний центр ядерних досліджень» Міністерства транспорту,
зв'язку та високих технологій Азербайджанської республіки
(Азербайджанська Республіка)
Інститут іонно-плазмових і лазерних технологій Академії наук Республіки
Узбекистан (Республіка Узбекистан)
Маріямпольська колегія (Литва)

**«РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ:
РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ»**

МАТЕРІАЛИ

**ІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

30 вересня 2022 року

Запоріжжя - 2022

УДК 602.4:615.1:598.7

Любов Онищенко, старший викладач,
Білоцерківський національний аграрний
університет,

м. Біла Церква, Україна

Сергій Мерзлов, доктор сільськогосподарських
наук, професор,

Білоцерківський національний аграрний
університет,

м. Біла Церква, Україна

Оксана Цехмістренко, доктор

сільськогосподарських наук, доцент,

Білоцерківський національний аграрний
університет,

м. Біла Церква, Україна

ВЕРМІРЕМЕДІАЦІЯ ПРОМИСЛОВОГО ОСАДУ З ВИКОРИСТАННЯМ *EISENIA FETIDA*

Анотація. Вивчено вплив відходів фармацевтичної промисловості і гною великої рогатої худоби на ріст дощових черв'яків і плодючість під час вермікомпостування, сумісність і вміст поживних речовин шляхом аналізу фізико-хімічних характеристики та вміст важких металів у початкових сумішах та кінцевому біогумусі, токсичність та зрілість біогумусу за допомогою генотоксичності.

Ключові слова: верміремедація, вермікультивування, *Eisenia Fetida*, метали, стічні води

Abstract. The influence of pharmaceutical industry waste and cattle manure on the growth of earthworms and fertility during vermicomposting, the compatibility and content of nutrients by analyzing the physicochemical characteristics and the content of heavy metals in the initial mixtures and the final biohumus, the toxicity and maturity of biohumus were studied using genotoxicity.

Keywords: vermiremediation, vermiculture, *Eisenia Fetida*, metals, wastewater

Останніми роками попит на їжу та ліки постійно зростає, як наслідок фармацевтична промисловість перебуває на піку розквіту. Попри виробництво корисних ліків, галузь генерує значну кількість стічних вод під час виробництва лікарських засобів. Термін «фармацевтичні стічні води» включає велику кількість стоків і відходів, у яких у великих кількостях

утворюється фармацевтичний осад – побічний продукт у процесі очищення стічних вод галузі. Важкі метали та інші речовини мулу можуть впливати на навколишнє середовище та здоров'я людини [5]. Використання мулу в ґрунтах зменшується через суворі вимоги щодо охорони навколишнього середовища [5], зокрема через неорганічні та органічні забруднювачі, здатних викликати діабет. Наразі використовують різні методи обробки та утилізації фармацевтичного осаду: відкрите звалище, захоронення, спалювання та фізико-хімічні методи [12], та дані методи мають недоліки: естетичні втрати, забруднення ґрунтових вод, викид шкідливих забруднювачів у довкілля, висока вартість і неефективність. В той же час деякі сполуки та важкі метали у відходах можуть спричинити потенціал генотоксичності [18; 16], оскільки метали у вищих концентраціях є фіто- та зоотоксичними. Таким чином, альтернативні економічно ефективні та безпечні для навколишнього середовища стратегії управління та обробки стали актуальною потребою.

Біоремедіація може бути життєздатним, економічно ефективним і екологічно чистим варіантом управління фармацевтичним мулом та використовує живі організми для зменшення забруднення ґрунту або знищення забруднюючих речовин за допомогою метаболічних процесів у їхніх тілах [13]. Біоремедіація з використанням вермікомпостування різко знизила токсичність і загальну концентрацію важких металів у біогумусі [2]. Вермікомпостування ефективно стабілізує органічні відходи завдяки його легкому використанню, швидшому розкладанню, підвищеній кількості макро- та мікроелементів, корисних мікроорганізмів і речовин, що стимулюють ріст рослин [13]. Вермікомпостування – біоокиснювальний процес, у якому дощові черв'яки та мікроби взаємодіють і прискорюють процес розкладання органічних відходів [9, 15], а кінцевий продукт процесу (вермікомпост) має різні сприятливі впливи на ґрунт, включаючи покращені

фізичні, хімічні та біологічні умови, і може бути використаний для досягнення довгострокового зростання сільського господарства [2].

Завдяки своїй більшій толерантності до органічних відходів і високій плодючості епігейна категорія дощових черв'яків ідеально підходить для технології вермікомпостування, заснованої на екологічній ніші [11]. У цьому сенсі *Eisenia fetida* є найбільш надійним видом і використовується в усьому світі [13]. *Eisenia fetida* витримує широкий діапазон температур, виробляє багато гною за короткий проміжок часу, поїдає різноманітні корми, її легко обробляти та використовувати, а також має короткий термін життя [6; 7]. Клітини хлорогоцитів дощових черв'яків і кишкова мікробіота можуть детоксикувати небезпечні хімічні речовини та важкі метали, таким чином зменшуючи генотоксичні ефекти [2]. Якість сировини або субстрату, а також види дощових черв'яків, які використовуються в процесі вермікомпостування, впливають на цінність і обсяг виробленого добрива. Для ефективнішого вермікомпостування важливий поправковий матеріал, оскільки він служить початковим поживним матеріалом для дощових черв'яків і розмноження мікробів [17]. Гній великої рогатої худоби використовувався як поправка до вермікомпосту, оскільки дощові черв'яки можуть споживати велику кількість відходів тваринництва, окремо або в поєднанні з іншими субстратами для біовідходів, утворюючи багате поживними речовинами вермідобриво для покращення смакових якостей субстратів для біовідходів, процес мінералізації знижує співвідношення C/N до бажаного рівня для дії мікробів і дощових черв'яків, а також для вивчення росту та розмноження дощових черв'яків [1; 6; 10; 11]. Зміна коров'ячого гною під час вермікомпостування необхідна для агрономічних властивостей кінцевого продукту [17].

У літературі описане успішне використання вермікомпосту для стабілізації різних органічних відходів, таких як відходи рослинної

фармацевтичної промисловості [13]; осад заводу [8]; осад хлібопекарської промисловості; відходи паперової промисловості та відходи чаю [19]; рослинні відходи [3; 14]. Кілька досліджень повідомили про важливість і використання біохімічних та інструментальних методів для оцінки стабільності та зрілості компосту [4]. Зниження токсичності є одним із корисних ефектів вермікомпостування. Хромосомні аберації в клітинах коренів *Allium* сера є одними з найбільш широко використовуваних методів визначення генотоксичності відходів. Індекс схожості насіння (GI) може розрахувати токсичність і зрілість біогумусу [7]. За допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM) можна оцінити зміни текстури біогумусу, а з допомогою SEM аналізу – визначення зрілості компостування/вермікомпостування кінцевих продуктів [1].

Наразі немає вичерпних звітів про вермімедіацію осаду фармацевтичної промисловості, отже дане дослідження з використанням вермікомпостування в рекультивації шламів фармацевтичної промисловості з використанням видів *Eisenia fetida* може стати сходинкою для стратегій управління шламами в майбутньому. Метою дослідження було вивчити вплив відходів фармацевтичної промисловості і гною великої рогатої худоби на ріст дощових черв'яків і плодючість під час вермікомпостування, визначити сумісність і вміст поживних речовин шляхом аналізу фізико-хімічних характеристики та вміст важких металів у початкових сумішах та кінцевому біогумусі, визначити токсичність та зрілість біогумусу за допомогою генотоксичності та виміряти зміни текстури, стабільності та зрілості біогумусу.

Робота була спрямована на відновлення верміремедації відходів фармацевтичної промисловості, доповненої гноєм великої рогатої худоби, у співвідношеннях 0:100 [позитивний контроль], 25:75, 50:50, 75:25 і 100:0 [негативний контроль] протягом 180 днів з використанням дощового

черв'яка *Eisenia fetida*. Дощові черв'яки можуть процвітати і добре рости до кормової суміші 75:25. У кінцевому біогумусі спостерігалось значне зниження електропровідності (29,18–18,70%), загального органічного вуглецю (47,48–22,39%), загальної кількості органічної речовини (47,47–22,36%) та співвідношення C:N (78,15–54,59%). У той час як значне підвищення рН (9,06-16,47%), загального азоту (69,57-139,58%), загального доступного фосфору (30,30-81,56%), загального калію (8,92-22,22%) і загального натрію (50,56-62,12%). Вміст важких металів, таких як Cr (50–18,60%), Cd (100–75%), Pb (57,14–40%) та Ni (100–50%), зменшився, тоді як Zn (8,37–53,77%), Fe (199,03-254,27%), а Cu (12,90-100%) значно зростає. Токсичність кінцевого біогумусу виявилася нижчою в аналізі генотоксичності зі значеннями в межах (76–42,33%). Аналіз за допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM) показав неоднорідності з високою пористістю текстури кінцевого біогумусу, ніж у вихідних сумішах. Кормова суміш 50:50 була найбільш сприятливою для росту та плодючості *Eisenia fetida*, підкреслюючи роль гною великої рогатої худоби в процесі вермікомпостування. Отже, можна зробити висновок, що економічно ефективний та екологічно чистий метод вермікомпостування з належним доповненням гною та використанням *Eisenia fetida* може перетворити осад у багатий поживними речовинами, детоксифікований, стабільний і зрілий вермікомпост для сільськогосподарських цілей.

Список використаних джерел

1. Balachandar R., Baskaran L., Yuvaraj A., Thangaraj R., Subbaiya R., Ravindran B., ... & Karmegam N. (). Enriched pressmud vermicompost production with green manure plants using *Eudrilus eugeniae*. *Bioresource technology*, 2020. V. 299. P. 122578.
2. Bhat S. A., Singh S., Singh J., Kumar S., Vig A. P. Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture. *Bioresource technology*. 2018. V. 252. Pp. 172-179.

3. Biruntha M., Karmegam N., Archana J., Selvi B. K., Paul J. A. J., Balamuralikrishnan B., ... Ravindran B. Vermiconversion of biowastes with low-to-high C/N ratio into value added vermicompost. *Bioresource Technology*. 2020. V. 297. Pp. 122398.
4. Boruah T., Barman A., Kalita P., Lahkar J., Deka H. Vermicomposting of citronella bagasse and paper mill sludge mixture employing *Eisenia fetida*. *Bioresource technology*. 2019. V. 294. Pp. 122147.
5. Cucina M., Zadra C., Marcotullio M. C., Curini M., Gigliotti G. Recovery of energy and plant nutrients from a pharmaceutical organic waste derived from a fermentative biomass: Integration of anaerobic digestion and composting. *Journal of environmental chemical engineering*. 2017. V. 5(3). Pp. 3051-3057.
6. Devi C., Khwairakpam M. Management of invasive weed *Parthenium hysterophorus* through vermicomposting using a polyculture of *Eisenia fetida* and *Eudrilus eugeniae*. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. V. 28(23). Pp. 29710-29719.
7. Mago M., Yadav A., Gupta R., Garg V. K. Management of banana crop waste biomass using vermicomposting technology. *Bioresource Technology*. 2021. V. 326. P. 124742.
8. Mahaly M., Senthilkumar A. K., Arumugam S., Kaliyaperumal C., Karupannan N. Vermicomposting of distillery sludge waste with tea leaf residues. *Sustainable Environment Research*. 2018. V. 28(5). Pp. 223-227.
9. Patwa A., Parde D., Dohare D., Vijay R., Kumar R. Solid waste characterization and treatment technologies in rural areas: An Indian and international review. *Environmental Technology & Innovation*. 2020. V. 20. P. 101066.
10. Paul S., Kauser H., Jain M. S., Khwairakpam M., Kalamdhad A. S. Biogenic stabilization and heavy metal immobilization during vermicomposting of vegetable waste with biochar amendment. *Journal of hazardous materials*. 2020. V. 390. P. 121366.
11. Rini J., Deepthi M. P., Saminathan K., Karmegam N., Kathireswari P. Nutrient recovery and vermicompost production from livestock solid wastes with epigeic earthworms. *Bioresource Technology*. 2020. V. 313. P. 123690.
12. Singh A., Pal D. B., Mohammad A., Alhazmi A., Haque S., Yoon T., ... Gupta V. K. Biological remediation technologies for dyes and heavy metals in wastewater treatment: New insight. *Bioresource Technology*. 2022. V. 343. P. 126154.
13. Singh A., Ummalyma S. B., Sahoo D. Bioremediation and biomass production of microalgae cultivation in river water contaminated with pharmaceutical effluent. *Bioresource technology*. 2020. V. 307. P. 123233.
14. Tsekhmistrenko O.S., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko S.I., Rozputnyy O.I., Malina V.V., Prysiazhniuk N.M., Melnichenko Y.O., Vered P.I.,

Shulko O.P., Onyshchenko L.S. Nanotechnologies and environment: A review of pros and cons. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. V. 10(3). Pp. 162-172

15. Tsekhmistrenko S.I., Bityutskyy V.S., Tsekhmistrenko O.S., Kharchishin V.M., Tymoshok N.O., Demchenko A.A., Spivak M.Ya., Kushnir I.M., Rozputnyy O.I., Tokarchuk T.S. Ecological and toxicological characteristics of selenium nanocompounds. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. V. 11(3). Pp. 199-204.

16. Tsekhmistrenko O., Tsekhmistrenko S., Bityutskii V. Nanoscale cerium dioxide as a mimetic of antioxidant protection enzymes. *Multidisciplinary Conference for Young Researchers*. 22nd November 2019. Bila Tserkva, 2019. Pp. 68–71.

17. Wang F., Wang X., Song N. Biochar and vermicompost improve the soil properties and the yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in plastic shed soil continuously cropped for different years. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021. V. 315. P. 107425.

18. Цехмістренко О.С., Онищенко Л.С., Шулько О.П. Біоаккумуляція Селену дощовими черв'яками (*Eisenia Fetida*) у вермікомпостуванні. *Eurasian scientific discussions*. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2022. Pp. 25-33.

19. Цехмістренко С. І., Бітюцький В. С., Цехмістренко О. С., Демченко О. А., Тимошок Н. О., Мельниченко О. М. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія / С.І. Цехмістренко та ін.; за редакцією С. І. Цехмістренко. Біла Церква, 2022. 270 с.