

При застосуванні технології глибокої очистки господарсько-побутових стічних вод на малих каналізаційних очисних спорудах потужністю від 50 до 500 м³/добу в населених пунктах сільського типу та котеджних містечках, які включають глибоке очищення вентиляційного повітря, відбувається ефективно зниження рівнів шкідливих речовин в стічних водах та викидах в атмосферне повітря, що забезпечує нормативні показники безпеки цих об'єктів і створюють умови для корегування розміру санітарно-захисної зони. Згідно вимог ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» розмір СЗЗ від аераційних установок на повне окислення з аераційною стабілізацією мулу продуктивністю до 700 м³/добу слід приймати 50 м. Фактично такий розмір СЗЗ (50 м) при використанні запропонованих технологій очищення стічних вод та запровадження систем очищення атмосферного повітря дозволяє розглядати скорочення СЗЗ до значно менших розмірів в залежності від потужності малих очисних споруд.

Висновок

Удосконалення методу очистки господарсько-побутових стічних вод на блочно-модульних спорудах серії «Екокомпакт» з використанням саморегенованих носіїв біоценозу «ОПЕТ» та інших очисних установках потужністю від 50 до 500 м³/добу шляхом включення в їх склад каналізаційних промислових проточних озонаторів або сорбційних фільтрів дозволяє ефективно очищувати вентиляційні викиди від шкідливих речовин та раціонально, відповідно до вимог законодавства, розміщувати малі каналізаційні очисні споруди на присадибних ділянках в невеликих населених пунктах сільського типу та котеджних містечках.

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.082>

УДК 614.777: 628

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБІОТИКІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Станкевич В.В., Тетеньова І.О.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Мета. Метою роботи було дати санітарно-гігієнічну оцінку використання ферментів оксигенази (Оксизин) і мікробіологічного препарату ЕМ-1 для обробки ТПВ.

Об'єкт і методи дослідження. Матеріалами досліджень служили результати аналізів проб відсортованих, несорттованих і накопичених на полігоні №5 м. Києва ТПВ, атмосферного повітря, ґрунту, фільтрату ТПВ. Дослідження проводили за стандартизованими методиками. Важкі метали визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі типу КАС-120.1

Результати дослідження та їх обговорення. В роботі показано, що застосування пробіотиків є перспективним для обробки відсортованих, несорттованих і накопиченням на звалищах ТПВ України. Дія ферментних препаратів у порівнянні з мікробіологічними, швидше за часом, а мікробіологічних препаратів – більш глибоке по мірі деструкції органічних речовин.

Висновки. При застосуванні ферментних (Оксизин) і мікробних препаратів (ЕМ-1) для обробки неутилізований частини ТПВ після сортування глибина розкладання органічних речовин в 1,5 (Оксизин) – 1,7 (ЕМ-1) рази вище, ніж при природній деструкції.

При застосуванні біопрепаратів поліпшуються санітарно-гігієнічні показники проб ТПВ, фільтрату, атмосферного повітря, ґрунту прилеглої території до тіла полігону. Використання технології біоремедіації призводить до поліпшення санітарно-гігієнічної ситуації.

ції на полігонах і звалищах за рахунок зменшення запахів, стабілізації ТПВ, поліпшення якості фільтрату полігону, зменшення обсягів накопичених відходів.

Ключові слова: тверді побутові відходи (ТПВ), полігон, неутилізований залишок ТПВ після сортування, пробіотики.

SANITARY-HYGIENIC DISTINCTIONS OF THE APPLICATION OF PROBIOTICS FOR THE TREATMENT OF SOLID DOMESTIC WASTE

V.V. Stankevych, I.O. Teteniova

State Institution "O.M. Marzheiev Institute for Public Health, NAMSU", Kyiv

Objective. We performed sanitary-hygienic assessment of the use of oxygenase enzymes (Oxyzyn) and microbiological preparation EM-1 for the treatment of solid domestic waste (SDW).

Materials and methods. We studied the results of the analysis of the samples of sorted, unsorted and accumulated SDW from the landfill N5, ambient air, soil, filtrate of SDW according to standardized methods. Heavy metals were determined by the atomic absorption method on a spectrophotometer of KAS-120.I type.

Results. The article shows that the use of probiotics is prospective for the treatment of sorted, unsorted and accumulated SDW at the landfills in Ukraine. The action of enzyme preparations in comparison with microbiological one is faster in time, and microbiological preparations is deeper as the destruction of organic substances.

Conclusions. When using enzyme (Oxyzyn) and microbial preparations (EM-1) for the treatment of the unutilized part of SDW after sorting, the decomposition depth of organic substances is 1.5(Oxyzyn) – 1.7(EM-1) times higher than at natural destruction.

While using biopreparations, sanitary-hygienic indicators of the samples of solid waste, filtrate, atmospheric air, and soil adjacent to the landfill body are improved. The application of bioremediation technology leads to an improvement in sanitary-hygienic situation at landfills by the reduction of odours, stabilization of solid waste, improvement of the quality of landfill filtrate, and reduction of the amount of accumulated waste.

Keywords: solid domestic waste (SDW), landfill, unutilized part of SDW after sorting, probiotics.

В Україні переважна кількість твердих побутових відходів складаються на сміттєзвалищах та полігонах.

Головні негативні наслідки функціонування полігонів обумовлені процесами деструкції легкоокислюваних органічних речовин. Зменшення негативного впливу місць видалення відходів на оточуюче середовище пов'язано зі ступенем біологічної стабілізації відходів. Одним із шляхів стабілізації відходів є прискорення процесів розкладання органічних речовин за допомогою пробіотиків.

В останні роки з'явилися публікації щодо ферментної обробки ТПВ. Показано, що застосування методу біостимуляції ґрунтових мікроорганізмів, що розкладають органічні речовини ТПВ за рахунок внесення в ґрунт ферментів класу оксигеназ, є перспективним для санітарного оздоровлення полігону ТПВ. Ферменти поліпшують аерацію ґрунту, забезпечують інтенсивний розвиток ґрунтової мікрофлори, що сприяє оптимізації режиму ґрунту і, як наслідок, покращують ріст і розвиток рослин. Доцільно також застосування ферментів для подальшої біологічної рекультивациі полігону [1].

Встановлено посилення ферментативної активності ґрунту за вмістом каталази, інвертази та уреазидів під дією ферментів [2]. Ефективне застосування ферментативної біостимуляції для рекультивациі ґрунту в умовах сильного засолення, що характеризується хлоридно-сульфатним типом, що притаманне грантам на об'єктах захоронення ТПВ [3].

В роботі [4] показано, що при застосуванні методу ферментативної біостимуляції з використанням розчинів ферментів класу оксигеназ відзначається зниження водорозчинних солей (хлорид-іонів, іонів кальцію, іонів магнію, сульфат іонів, суми іонів калію і натрію) на 6,66-58,64%, важких металів (кадмій, свинець, цинк) в рухомій формі – на 20,05-57,89%. Разом з тим, при використанні методу ферментативної біостимуляції для рекультивації ґрунту, незалежно від концентрації застосовуваних розчинів ферменту, необхідно враховувати чинники, які надають інгібуючу дію на активність препарату (важкі метали, вміст іонів солей) [5].

Позитивні результати щодо обробки органічної фракції ТПВ мікробіологічними препаратами представлені в роботі [6]. При додаванні в ґрунт мікробіологічного препарату «Байкал ЕМ-1» спостерігається активізація процесів амоніфікації. Достовірно зростає не тільки вміст мінерального азоту, а й рухомого калію і гумусу. Збільшення вмісту фосфору і кальцію можна розглядати на рівні тенденції. Діяльність ефективних мікроорганізмів при переробці різних органічних відходів значно впливає на активність гідролітичних ферментів амілази, інвертази та уреази, а так само на активність каталази – ферменту з класу оксидоредуктаз, руйнування целюлози більш інтенсивне і повне в порівнянні з необробленими мікробіологічними препаратами відходами. Використання мікробіологічних препаратів дозволяє не тільки прискорити процеси утилізації органічної фракції відходів, здатних до біорозкладання, а й збагатити ґрунт елементами живлення, особливо азотом.

З гігієнічної точки зору процес обробки пробіотиками ТПВ в Україні не вивчався.

Метою роботи було дати санітарно-гігієнічну оцінку застосування ферментів класу оксигеназ (оксизин) та мікробіологічного препарату ЕМ-1 для обробки ТПВ.

Матеріали та методи досліджень. Предметом дослідження були ТПВ та неутілізована частка ТПВ після промислового сортування ТПВ м. Києва. В якості ферментного препарату використовували оксизин (синтезований в Україні, аналог препарату американського походження класу оксидаз Perma-zyme), в якості мікробного – ефективні мікроорганізми (ЕМ) на основі концентрату ЕМ-1, які розповсюджуються корпорацією EMRO (Японія) через представництво в Україні (м. Кропивницький).

Вплив обробки ТПВ біопрепаратами на прискорення розкладання органічних відходів оцінювався по динаміці зменшення маси ТПВ та виділення фільтрату з плином часу.

Санітарно-гігієнічна оцінка ТПВ проводилася за результатами досліджень фізико-хімічних показників: окислювально-відновлювального потенціалу (рН), вологості, вмісту органічних і мінеральних речовин, важких металів. Для визначення рН використовували потенціометричний метод на рН-метрі (ГОСТ 26423-85); вологості – ваговий метод (ГОСТ 28268-89). Визначення вмісту органічних і мінеральних речовин у ґрунті проводили гравіметричним методом у попередньо підготовленій (методом озолування) пробі. Важкі метали визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі типу КАС-120.1. Підготовка проб ТПВ для визначення вмісту важких металів проводилася методом сухого озолування – прожарювання їх у муфелі і наступною обробкою розчином азотної кислоти відповідно до [7].

Мікробіологічні показники включали визначення: ЗМЧ при 22⁰С та 37⁰С, індекс ЛКП, Індекс E. Coli, наявність патогенної мікрофлори. Дослідження проводили за [8].

Результати досліджень. Нами були проведені лабораторні та натурні дослідження щодо можливості застосування ферментів класу оксигеназ (оксизин) та мікробіологічного препарату ЕМ-1 для обробки нативних ТПВ, а також залишкової частини твердих побутових відходів після сортування.

Вплив обробки ТПВ біопрепаратами на прискорення розкладання органічних відходів оцінювався по динаміці зменшення маси ТПВ з плином часу (рис. 1).

В усіх зразках відзначається поступове зниження ваги з плином часу, що обумовлено переважним чином втратою вологи за рахунок утворення фільтрату та видалення його у дренаж, а також випаровуванням води з поверхні ТПВ.

В усіх дослідних пробах втрата ваги значно більша, ніж у контрольній пробі, що свідчить про інтенсифікацію процесу біорозкладання органічних речовин під дією пробіотиків.

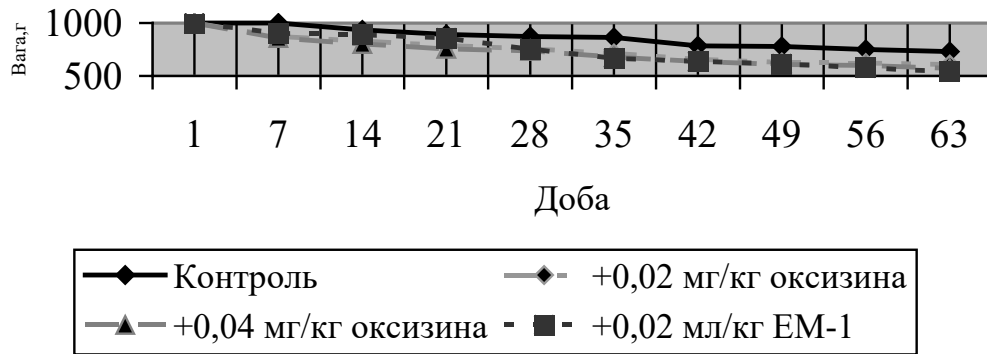


Рисунок 1. Динаміка зміни ваги залишкової частини ТПВ після сортування в лабораторному експерименті з впливом ферментів (оксизин) та ефективних мікроорганізмів (в розрахунку на 1 кг ТПВ).

Динаміка процесу зниження ваги подібна для сортованих і несортованих відходів, проте відбувається з різною інтенсивністю і залежить від кількості органічних речовин у відходах. За 63 доби спостереження, при додаванні оксизину у дозі 0,02 мг/кг зниження ваги у сортованих відходах на 6,3% більше у порівнянні з нативними ТПВ.

Дія ферментних препаратів у порівнянні з мікробіологічними, більш швидка у часі, мікробіологічних препаратів - більш глибока за ступенем деструкції органічних речовин. При обробці залишкової частини ТПВ після сортування найбільша втрата ваги за 63 доби спостереження (457 г/кг ТПВ) відзначається при додаванні препарату ЕМ-1, що майже вдвічі більше, ніж при природній деструкції (271 г/кг). Втрата ваги при додаванні ферментного препарату дещо менша – 429 г/кг (кратність перевищення у порівнянні з контролем – 1,6). Загальна кількість фільтрату, утвореного при застосуванні препарату ЕМ-1, в 3,3 рази перевищує контроль, ферментних препаратів – в 2,4 рази. Втрата ваги як у контрольних, так і дослідних зразках продовжується і після закінчення утворення фільтрату. Втрата ваги в перші чотири тижні обумовлена більшою мірою виділенням фільтрату, далі – іншими факторами (випаровування та ін.). Експериментально визначено, що необхідно застосовувати мінімальну дозу препаратів (0,02 мг/кг відходів), оскільки підвищення дози вдвічі підвищує ефективність препаратів лише на 15%.

Динаміка утворення фільтрату є показником інтенсивності процесів біологічного розкладання органічних речовин, оскільки в лабораторних умовах фільтрат виділяється тільки в результаті біохімічних процесів, які супроводжуються утворенням води при анаеробному розкладанні їх органічної складової (рис. 2).

В контрольному зразку виділення фільтрату починається на другому тижні в максимальних кількостях, далі відбувається поступове зниження і припинення на шостому тижні. При застосуванні ефективних мікроорганізмів процес виділення фільтрату носить хвилеподібний характер і продовжується найдовше – до 9 тижнів. Інтенсивне виділення фільтрату при застосуванні ферментного препарату продовжується перші чотири тижні при внесенні препарату у дозі 0,02 мл/кг та перші три тижні – 0,04 мл/кг. Далі відбувається зниження виділення фільтрату і припинення виділення його відповідно на 8-му та 7-ому тижні від початку експерименту.

При застосуванні як ферментних, так і мікробних препаратів, процеси розкладання органічних речовин проходять більш інтенсивно і повно, ніж природним шляхом, про що свідчить кількість виділеного фільтрату. Найбільш повно процеси розкладання органічних речовин відбуваються при застосуванні мікробних препаратів. Загальна кількість фільтрату, утвореного при застосуванні препарату ЕМ-1, в 3,3 рази перевищує контроль, при застосуванні оксизину у дозі 0,02 мл/кг – в 2,4 рази.

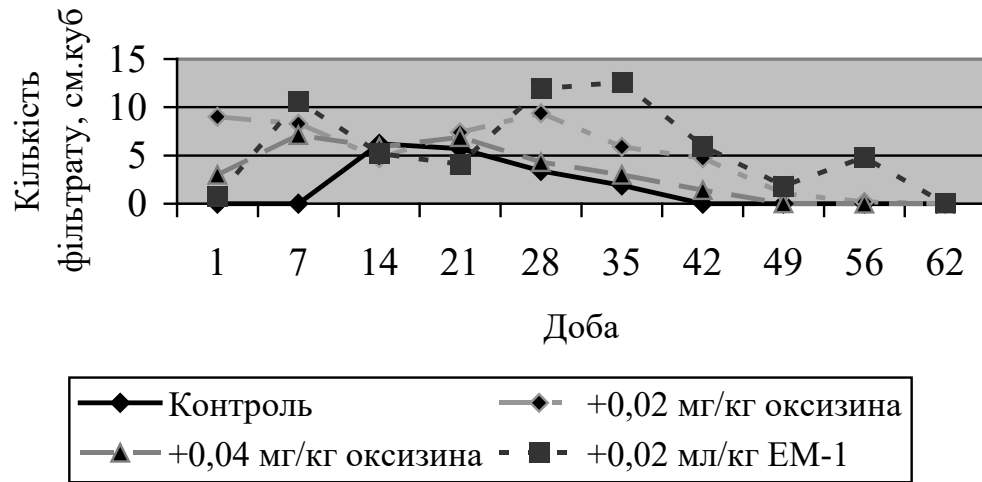


Рисунок 2. Усереднені щотижневі показники утворення фільтрату в лабораторному експерименті з впливом ферментів (оксизин) та ефективних мікроорганізмів.

Аналіз даних натурного експерименту на полігоні №5 м. Києва показав, що під дією ферменту глибина переробки ТПВ за 50 днів дослідження підвищується в 6 разів. Зважаючи на те, що в морфологічному складі ТПВ частка харчових відходів складає в середньому 35-50%, можна стверджувати, що за один вегетаційний період відбувається повна переробка всіх органічних речовин. Пошарове оброблення ферментом ТПВ більш ефективне, ніж багаторазове поверхневе зрошування.

При застосуванні біопрепаратів має місце поліпшення санітарно-гігієнічних показників проб ТПВ, фільтрату, атмосферного повітря, ґрунту прилеглої території до тіла полігону. Застосування ферментної обробки призводить до значного зменшення (на 50-70%) у ТПВ та ґрунті важких металів до рівнів, менших ніж їх кларки, азотмісних сполук – на 40-50%. Обробка ферментами ТПВ згубно діє на яйця гельмінтів, стимулює розвиток мезофільних та термофільних мікроорганізмів, які переробляють легкоокислювану органічну речовину.

Під дією ферменту поліпшується якість фільтрату полігону: реакція середовища зсувається в лужну сторону, що є позитивним для розвитку рослин, підвищується доля органічних речовин, переважним чином легкоокислюваних (на 11,2%), інтенсивно розвиваються мікроорганізми, що розкладають органічну речовину. В результаті обробки ферментами вміст вологи у ТПВ та ґрунті підвищується на 5-10%.

В результаті розкладання органічних речовин частина речовин переходить у фільтрат, частина – надходить до атмосферного повітря. Позначається тенденція до поліпшення складу повітря за рахунок зменшення вмісту сірководню та фенолу.

Одержані результати експериментальних та натурних досліджень лягли в основу нового напрямку поводження з ТПВ із застосуванням ферментної обробки ТПВ та аерації товщини накопичених відходів.

Висновки

1. За результатами лабораторних та натурних досліджень встановлено, що при застосуванні як ферментних, так і мікробіологічних препаратів, процеси розкладання органічних речовин проходять більш інтенсивно і повно, ніж природним шляхом. За один вегетаційний період відбувається переробка всіх легкоокислюваних органічних речовин, що дозволяє зменшити об'єм ТПВ на полігонах та подовжити строк його експлуатації майже вдвічі. Біопрепарати ефективні як у сортованих, так і несортованих ТПВ. Використання цих препаратів – ефективний захід як для ТПВ, які накопичилися на сміттєзвалищах України, так і для ТПВ, які надходять на полігони. Дія ферментних препаратів у порівнянні з мікробіологічними,

більш швидка у часі, а мікробіологічних препаратів – більш глибока по ступеню деструкції органічних речовин. Доцільно використовувати мінімальні дози препаратів.

2. При застосуванні біопрепаратів має місце поліпшення санітарно-гігієнічних показників проб ТПВ, фільтрату, атмосферного повітря, ґрунту прилеглої території до тіла полігону. Використання технології біоремедіації призводить до покращання санітарно-гігієнічної ситуації на полігонах та сміттєзвалищах за рахунок зменшення запахів, стабілізації ТПВ, покращення якості фільтрату полігону, зменшення об'ємів накопичених ТПВ.

3. Після проведення процесу біоремедіації можливе повторне використання території сміттєзвалищ, переобладнання їх в сучасні полігони, які відповідають всім вимогам теперішнього часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сергиенко Л.И., Морозова Н.В. Микробиологическая детоксикация земель под свалками твердых бытовых отходов. *Аграрная наука*. 2012. №2. С.14-16.
2. Сергиенко Л.И. Ферментативная активность почв на полигонах твердых бытовых отходов. *Аграрная наука*. 2013. №1. С. 10-12.
3. Сергиенко Л.И., Морозова Н.В. Биологическая рекультивация земель на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. *Экология урбанизированных территорий*. 2014. №1. С. 49-53.
4. Чеботарь В.К., Щербakov А.В., Чижевская Е.П., Петров В.Б. Влияние засоления и тяжелых металлов на ростостимулирующую и антагонистическую активность почвенных бактерий и перспективы использования микроорганизмов для биоремедиации почв (аналитический обзор). *Достижения науки и техники АПК*. 2011. №7. С. 28-31.
5. Семененко С.Я., Морозова Н.В. Рекультивация почвы методом ферментативной биостимуляции на объекте захоронения твердых бытовых отходов. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2017. №3 (47). С. 78-85.
6. Проценко А.А., Сальников Ю.Г., Проценко Е.П. Эффективность утилизации бытовых органических отходов биопрепаратом «Байкал ЭМ-1» и использование их в растениеводстве. URL : <http://www.rfcontact.ru/text/1278.php>
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М., 1989.
8. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. М., 1977.

REFERENCES

1. Sergienko L.I. and Morozova N.V. *Agrarnaya nauka*. 2012 ; 2 : 14-16 (in Russian).
2. Sergienko L.I. *Agrarnaya nauka*. 2013 ; 1 : 10-12 (in Russian).
3. Sergienko L.I. and Morozova N.V. *Ecology of Urban Areas*. 2014 ; 1 : 49-53 (in Russian).
4. Chebotar V.K., Shcherbakov A.V., Chizhevskaya E.P. and Petrov V.B. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2011 ; 7 : 28-31 (in Russian).
5. Semenenko S.Ya. and Morozova N.V. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2017 ; 3 (47) : 78-85 (in Russian).
6. Protsenko A.A., Salnikov Yu.G., Protsenko E.P. Effektivnost utilizatsii bytovykh organicheskikh otkhodov biopreparatom "Baikal EM-1" I ispolzovanie ikh v rastenievodstve [Efficiency of Utilization of Household Organic Waste with the Biological Preparation "Baikal EM-1" and their Use in Crop Production]. URL : <http://www.rfcontact.ru/text/1278.php> (in Russian).
7. Methodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tiazhelykh metallov v pochvakh selkhozugodiy I produktsii rastenievodstva [Guidelines for the Determination of Heavy Metals in Farmland Soils and Crop Production]. Moscow; 1989 (in Russian).
8. Methodicheskie ukazaniya po sanitarno-mikrobiologicheskomu issledovaniyu pochvy [Guidelines for Sanitary-and-Microbiological Soil Research]. Moscow; 1977 (in Russian).