

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я
ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАМН УКРАЇНИ»

ТЕТЕНЬОВА ІРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 614.7:628.4: 504.064.4

**ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ
ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ**

14.02.01 – Гігієна та професійна патологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Київ - 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державній установі «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України»

Науковий керівник: Доктор медичних наук
Станкевич Валерій Васильович,
ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України»,
завідувач лабораторії гігієни ґрунту та відходів

Офіційні опоненти: Доктор медичних наук, професор
Гаркавий Сергій Іванович,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
МОЗ України,
завідувач кафедри гігієни та екології №3

Доктор медичних наук, професор
Хоменко Ірина Михайлівна,
Національна медична академія післядипломної освіти імені
П. Л. Шупика МОЗ України,
завідувач кафедри громадського здоров'я

Захист відбудеться «___» _____ 2019 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.604.01 при ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України» за адресою: 02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України» за адресою: 02094, м. Київ, вулиця Попудренка, 50.

Автореферат розісланий ___ _____ 2019 р.

**Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук**

О.М. Литвиченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Тверді побутові відходи (ТПВ) є одним з найбільш вагомих чинників забруднення навколишнього середовища через об'єми утворення, багатокомпонентний морфологічний склад, складність переробки. Об'єкти поводження з ТПВ є важливими невід'ємними елементами інфраструктури населених місць людини. Стан поводження з ТПВ в Україні наближається до критичного. Основний метод поводження з ТПВ в державі – складування необроблених ТПВ в місцях видалення відходів (МВВ) – сміттєзвалищах та полігонах. МВВ є потужними джерелами впливу на оточуюче середовище та умови проживання мешканців прилеглих населених пунктів [І.В. Варна夫ська, 2009, Т.Б. Годовська, В.П. Фещенко, 2010; М. Шевченко, О.В. Медведєва, 2010; А.В. Молчанова, 2015; І.В.Сталінська, 2016; М.С. Самойлік, А.В. Молчанова, 2017, А.М. Демків, В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров, 2018].

З кінця 2017 р. Україна взяла на себе зобов'язання в найближчі 6 років імплементувати українське законодавство у сфері поводження з побутовими відходами відповідно до Директив 2008/98/ЄС та 1999/31/ЄС (Постанова КМУ від 25.10.2017 р. №1106 «Про виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони»). Принципи, викладені в Директивах, мають рекомендаційний характер, які дають право країні вибрати шляхи та методи поводження з ТПВ відповідно до національних особливостей.

Нині в Україні починають впроваджуватися нові технології поводження з ТПВ. Зокрема, з кожним роком збільшується частка первинного сортування ТПВ (роздільний збір впроваджено більше ніж у 500 населених пунктах), промислового сортування (введена в експлуатацію 21 сміттєсортувальна лінія), завдяки чому утилізується близько 2,5% ТПВ. Проте, загальний рівень облаштування МВВ не відповідає вимогам законодавства Євросоюзу та потребує додаткових санітарно-гігієнічних досліджень, враховуючи темпи зростання утворення ТПВ.

Отже, питання поводження з ТПВ в Україні потребує нагальних та невідкладних рішень, особливо з питань гігієнічної оцінки нових технологічних заходів, таких як первинне сортування ТПВ, промислове сортування ТПВ, санація та рекультивация існуючих полігонів та звалищ, сучасних способів остаточного захоронення відходів, заходів з дегазації полігонів та звалищ, заходів з ліквідації фільтрату.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Представлена робота є узагальненням НДР лабораторії гігієни ґрунту та відходів: «Гігієнічна оцінка сучасних технологій поводження з твердими побутовими відходами в Україні» (№ Держреєстрації 0107U000020, 2007-2009 рр.); «Вивчення санітарно-гігієнічних аспектів поводження з різними видами відходів, технології їх переробки та утилізації» (державний реєстраційний номер 0110U007947, шифр: АМН.1.08.10.12.14.91, термін виконання 2010-2016

роки); «Санітарно-гігієнічна оцінка ґрунту та суміжних з ним середовищ, місць розміщення відходів і агрохімікатів з метою попередження або мінімізації негативного впливу чинників хімічної природи на об'єкти довкілля і здоров'я населення України» (державний реєстраційний номер 0110 U007950, шифр: АМН.1.08.10. 13.14.91, термін виконання 2010-2017 роки).

Мета роботи: наукове обґрунтування гігієнічних заходів мінімізації негативного впливу на здоров'я та умови проживання населення при поводженні з твердими побутовими відходами в Україні.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

1. Узагальнити наукову інформацію щодо сучасних методів поводження з ТПВ та їх впливу на здоров'я та умови проживання населення.

2. Дослідити гігієнічні аспекти проблеми поводження з ТПВ в Україні.

3. Проаналізувати стан здоров'я населення, яке мешкає в населених пунктах, прилеглих до територій розташування місць видалення відходів.

4. Визначити вплив сміттесортування на морфологічні, санітарно-хімічні та санітарно-мікробіологічні властивості ТПВ як один із технологічних заходів зменшення негативного впливу на здоров'я та умови проживання населення.

5. Дослідити в лабораторних умовах спосіб зменшення небезпеки ТПВ для здоров'я та умови проживання населення із застосуванням сміттесортування та ущільнення ТПВ включно з введенням додаткових адсорбуючих компонентів (як природних так і деяких промислових).

6. Вивчити в експериментальних та натурних умовах можливість застосування пробіотиків для обробки ТПВ з метою зменшення їх негативного впливу на умови проживання населення.

7. Визначити ступінь небезпеки місць видалення відходів в Україні, які знаходяться в стадії рекультивації, на здоров'я населення. Надати санітарно-гігієнічну оцінку сучасних технологій поводження з ТПВ, накопичених на сміттєзвалищах та полігонах України.

8. Розробити гігієнічні рекомендації щодо оптимізації системи поводження з ТПВ в Україні з метою попередження їх негативного впливу на об'єкти довкілля для збереження здоров'я населення.

Об'єкт дослідження. Вплив всіх етапів поводження з ТПВ, включно з МВВ, на стан здоров'я населення і умови його проживання.

Предмет дослідження. ТПВ, показники здоров'я населення, що мешкає в населених пунктах, прилеглих до територій розміщення МВВ, фільтрат МВВ, проби атмосферного повітря, ґрунту, води поверхневих та підземних вод в районі розташування МВВ, неутилізована частина ТПВ після сортування; віджим від пресування залишкової частини ТПВ, паспорти МВВ, матеріали моніторингових досліджень МВВ, проектні матеріали.

Методи дослідження: бібліографічний (аналіз наукової літератури), гігієнічне обстеження (для оцінки показників системи поводження з ТПВ), соціологічний (анкетне опитування населення), епідеміологічний (дослідження захворюваності населення), санітарно-хімічні, санітарно-мікробіологічні, гельмінтологічні (для визначення вмісту забруднювачів у об'єктах довкілля);

біохімічні (для визначення ступеню біологічної активності ТПВ), метод натурного та лабораторного гігієнічного експерименту (для визначення можливості використання пробіотиків для обробки ТПВ); медико-статистичні (для статистичної обробки отриманого цифрового матеріалу).

Наукова новизна одержаних результатів.

Отримано нові дані про сучасний санітарно-гігієнічний стан МВВ в Україні та їх вплив на навколишнє середовище, здоров'я та умови проживання населення.

Науково обґрунтовано та експериментально доведено необхідність комплексного підходу до вирішення проблеми поводження з ТПВ: від дослідження особливостей утворення та збору ТПВ (роздільний збір, застосування утилізаторів харчових відходів) до розробки оптимальних технологій безпечного захоронення залишкової частини ТПВ після сортування.

Вперше в Україні в натурних умовах визначено зміни в морфологічному складі залишкової частини ТПВ після промислового сміттєсортування.

В експериментальних умовах встановлено закономірності поведінки неутилізованої частини ТПВ різної щільності в залежності від рівня вологості і вплив зміни цих показників на міграційні процеси важких металів та утворення фільтрату.

Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність використання зв'язуючих домішок для стабілізації залишкової частини ТПВ після сортування.

Розроблено спосіб безпечного захоронення неутилізованої частини ТПВ після сортування з застосуванням брикетування та глибокого ущільнення.

В експериментальних умовах встановлено закономірності поведінки ТПВ під впливом дії пробіотиків (біоремедіація).

Науково обґрунтовані сучасні методи рекультивації та санації існуючих звалищ та полігонів ТПВ з метою повторного використання земельних ділянок цих об'єктів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в науковому обґрунтуванні та впровадженні заходів щодо мінімізації впливу МВВ на довкілля та здоров'я населення.

За результатами дослідження розроблено та впроваджено наступні нормативно-методичні документи:

1. «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць», затверджені Наказом МОЗ від 17.03.2011 р. за № 145, зареєстрованим у Мін'юсті від 05.04.2011 за №457/19195.

2. Патент на корисну модель № 50447 від 10.06.2010 р. «Спосіб переробки твердих побутових відходів».

3. Інформаційний лист № 86-2017 «Спосіб оптимізації захоронення на полігонах залишкової частини твердих побутових відходів після сортування за допомогою ущільнення та введення сорбуючих компонентів».

4. Інформаційний лист № 83-2017 «Використання пробіотиків для обробки твердих побутових відходів».

5. Матеріали дисертації отримали впровадження при створенні нормативної документації Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства (Мінрегіон України) за 2007-2016 рр. («Зміна № 1 до ДБН В.2-4-2-2005. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування», СОУ ЖКГ України «Тверді побутові відходи. Брикет для захоронення твердих побутових відходів», Методика роздільного збирання побутових відходів, затверджена Наказом Мінрегіону України від 01.08.2011 за № 133; Концепція Державної цільової програми поводження з твердими побутовими відходами на 2010-2020 роки; Концепція Державної науково-технічної програми «Утилізація твердих побутових відходів і знешкодження небезпечних відходів»; ГБН В.2.2-35077234-001:2011 «Будинки і споруди. Підприємства сортування та перероблення твердих побутових відходів. Вимоги до технологічного проектування»; Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами, затверджені Наказом Мінрегіону України від 04.05.2012 за № 196).

6. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедри громадського здоров'я Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика (акти впровадження від 12.01.2018 р.), а також впроваджені у практичну роботу ДУ «Рівненський обласний лабораторний центр МОЗ України» (акти впровадження від від 22.01.2018 р.).

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проаналізовано вітчизняну та іноземну літературу з даної проблеми, сформульована мета, завдання та складено план проведення досліджень. Автор приймала безпосередню участь в організації та проведенні натурних та модельних досліджень, розробці нормативно-методичних документів. Матеріали дисертації отримані на основі зробленого автором аналізу і гігієнічної оцінки численних результатів лабораторних досліджень об'єктів довкілля. Аналіз та обговорення результатів досліджень проведені спільно з науковим керівником. Автором безпосередньо написані всі розділи роботи, сформульовані висновки та підготовлені до впровадження практичні рекомендації. Частина натурних досліджень проведена разом із співробітниками лабораторії гігієни ґрунту та відходів, лабораторії гігієнічної безпеки наноматеріалів, лабораторії санітарної мікробіології, лабораторії епідеміологічних досліджень і медичної інформатики.

У роботі не було використано результатів та ідей співавторів публікацій.

Питома вага особистого внеску здобувача складає 85%.

Апробація результатів дисертації.

Наукові положення, представлені в дисертації, доповідались на науково-практичних конференціях, а саме «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (четверті марзєєвські читання), 2008 р., м. Київ; Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (шості марзєєвські читання), 2010, м. Київ; Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду

гігієністів України, 20-21 вересня 2012 р., м. Львів; Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки в Україні, 2014 р. м. Київ; Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: (одинадцять марзеєвські читання), 2015 р., м. Івано-Франківськ; Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (п'ятнадцять марзеєвські читання), 2019, м. Київ.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи знайшли відображення у 17 наукових публікаціях, з яких 3 у фахових журналах та збірниках, рекомендованих ДАК України (з них 1 самостійно), 4 - у наукових фахових виданнях інших держав та наукометричних виданнях України (з них 3 самостійно), 1 - в інших наукових виданнях, 9 тез конференцій, написаних одноосібно та у співавторстві, а також 1 патент України на корисну модель, 2 інформаційних листи і 1 ДСанПіН.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 217 сторінках друкованого тексту (обсяг основного її тексту становить 143 сторінки), ілюстрована 47 рисунком, містить 30 таблиць. Вона складається з анотації, списку публікацій здобувача, змісту, переліку умовних позначень, вступу, аналітичного огляду літератури, розділу «Матеріали та методи дослідження», 6-х розділів власних досліджень, аналізу і узагальнення результатів дослідження, висновків, списку використаних джерел, який нараховує 213 найменувань, із них 156 – кирилицею, 57 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Перший розділ (аналітичний огляд літератури) присвячено сучасному стану медико-екологічних проблем у сфері поводження з твердими побутовими відходами.

На основі аналізу вітчизняних, закордонних літературних даних та інтернет сайтів показано, що в літературі більш значна увага приділяється технологічним аспектам сучасних технологій поводження з ТПВ і в незначній мірі - питанням безпечного поводження з ТПВ при застосуванні цих нових технологій та їх можливого негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я та умови проживання населення.

Висвітлено основні шляхи поліпшення стану поводження з ТПВ, які використовуються у світовій практиці. На основі узагальнених наведених даних літератури обґрунтовано актуальність обраного наукового напрямку та необхідність проведення досліджень з метою наукового обґрунтування вибору безпечних технологій поводження з ТПВ для мінімізації негативного впливу МВВ на навколишнє середовище, здоров'я та умови проживання населення.

Матеріали та методи досліджень.

Для вирішення поставлених завдань проведені комплексні натурні та експериментальні санітарно-гігієнічні дослідження якості об'єктів навколишнього середовища (таблиця 1).

Дослідження впливу МВВ на навколишнє середовище вивчали за даними паспортів МВВ, матеріалів моніторингових досліджень впливу МВВ на підземні та поверхневі води полігону №5 м. Києва та Малашівського сміттєзвалища, результатів лабораторних досліджень проб атмосферного

повітря, ґрунту полігону №5, отриманих від територіальної СЕС, лабораторних центрів МОЗ України, також власних досліджень.

Таблиця 1

Зміст та обсяг дослідження

Характеристика досліджень	Обсяг досліджень
Дослідження впливу МВВ на навколишнє середовище	Аналіз паспортів місць видалення відходів – 40; матеріалів моніторингових досліджень МВВ за 2005-2018 рр. Дослідження в районі розташування полігону №5 м. Києва, сміттєзвалищ м. Тернопіль (Малашівське сміттєзвалище), ВУЖКГ Києво-Святошинського району (біля с.Крюківщина): санітарно-хімічні: атмосферне повітря – 72, ґрунт – 60, фільтрат МВВ - 415; спектрометричні (вміст важких металів): ґрунт - 588; рослинність – 3, фільтрат МВВ - 170; санітарно-бактеріологічні дослідження: ТПВ – 15; ґрунт – 48, фільтрат МВВ – 12; гельмінтологічні: ТПВ – 18, ґрунт – 6.
Дослідження впливу МВВ на здоров'я та умови проживання населення прилеглих населених пунктів	Аналіз захворюваності 4 населених пунктів, прилеглих до сміттєзвалища ВУЖКГ Києво-Святошинського району за даними медико-статистичної звітності. Анкетування – 89 осіб.
Дослідження впливу сміттєсортування на морфологічний склад, фізико-хімічні та біологічні властивості ТПВ	Визначення морфологічного складу ТПВ, неутилізованого залишку ТПВ після сортування - 36; санітарно-хімічні - 1869; спектрометричні (вміст важких металів) – 264; санітарно-бактеріологічні дослідження - 183.
Експериментальні дослідження біологічної активності ТПВ при різних технологіях їх обробки	Біохімічні: дегідрогеназна активність – 177, віджим неутилізованої частини ТПВ після пресування: санітарно-хімічні - 24.
Дослідження щодо можливості застосування пробіотиків для обробки ТПВ та залишкової частини твердих побутових відходів після сортування	Санітарно-хімічні - 96; спектрометричні (вміст важких металів) - 96; санітарно-бактеріологічні -168, гельмінтологічні дослідження – 24.
Дослідження технологій поводження з фільтратом	Перміат після установки „Pal Rochem”: санітарно-хімічні – 156; концентрат після установки „Pal Rochem; золошлак ТЕЦ, суміш золошлаку ТЕЦ з фільтратом полігону: санітарно-хімічні – 24, спектрометричні – 48.

Дослідження впливу МВВ на здоров'я та умови проживання населення прилеглих населених пунктів вивчали за даними медико-статистичної звітності за 2012-2015 рр. в 4 населених пунктах біля сміттєзвалища Києво-Святошинського ВУЖКГ.

Соціологічне опитування проводилось методом індивідуального опитування респондентів за розробленою нами анкетною, яка містить 20 питань.

Морфологічний склад ТПВ визначали згідно «Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів», затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.10 р. за № 39.

При дослідженні фізико-хімічних, бактеріологічних та гельмінтологічних показників проб ТПВ, ґрунту, води підземних і поверхневих вод, атмосферного повітря використовували стандартизовані методики дослідження. Важкі метали визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі типу КАС-120.1 (ЦІНАО).

Визначення дегідрогеназної активності проводилось за модифікованою методикою згідно патенту № 22364.

Отримані дані обробляли шляхом визначення середніх арифметичних значень, їх похибок та вірогідності різниці за критерієм Ст'юдента. Статистичне та графічне оброблення виконувалось за допомогою програми STATISTICA.

Результати досліджень та їх обговорення.

Порівняльна характеристика впливу на оточуюче середовище МВВ.

При санітарно-гігієнічному аналізі стану поводження з ТПВ в Україні визначено, що більше 95% всіх ТПВ видаляються на полігонах та сміттєзвалищах. На основі аналізу більше як 40 паспортів МВВ, проектної документації виявлено, що фактично незначний відсоток (менше 1%) ТПВ в Україні захоронюється на інженерних спорудах – полігонах, решта - на сміттєзвалищах. На прикладі Малашівського сміттєзвалища (м.Тернопіль) та сміттєзвалища ВУЖКГ Києво-Святошинського району (біля с. Крюківщина) показано, що сміттєзвалища облаштовані та експлуатуються з порушенням вимог санітарного законодавства, контроль за станом навколишнього середовища не проводиться. Сміттєзвалища є потужними джерелами впливу на навколишнє середовище (таблиця 2).

На прикладі полігону № 5 м. Києва показано, що полігони, побудовані з урахуванням сучасних санітарно-гігієнічних вимог, у повній мірі не гарантують санітарної та епідемічної безпечності таких об'єктів, проте розповсюдження забруднень відбувається в межах нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) об'єкта (500 м).

Головним негативним чинником функціонування МВВ є забруднення фільтратом підземних та поверхневих вод, в тому числі і тих, які використовуються для господарсько-питного водопостачання. Зона впливу забруднення підземних та поверхневих вод фільтратом за вмістом аміаку та важких металів поширюється до 2-3 км.

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика впливу на оточуюче середовище
місце видалення твердих побутових відходів**

Середовище	Місце видалення відходів	
	Сміттєзвалище	Полігон
Атмосферне повітря	На відстані 500 м від тіла сміттєзвалища визначається 1,15-1,2 ГДК за вмістом аміаку, сірководню та кротонового альдегіду	Зона негативного впливу обмежується територією СЗЗ полігону
Ґрунт	На відстані 100-150 м від тіла сміттєзвалища визначається 2-5 ГДК за вмістом важких металів	Зона негативного впливу обмежується територією полігону
Підземні та поверхневі води	Зона дії фільтрату поширюється до 2-3 км за вмістом аміаку та важких металів (свинець, мідь, нікель, кадмій, цинк, ртуть) (2-3 ГДК)	Зона дії фільтрату не поширюється за межі СЗЗ полігону

На полігоні №5 ситуація з фільтратом певним чином контролюється. За рахунок проведення заходів щодо попередження потрапляння фільтрату у водоносні горизонти, аномальна зона забруднення підземних та поверхневих вод не виходить за межі СЗЗ полігону та не досягає прилеглих населених пунктів. Не виявлено зміни в хімічному складі Бучакського водоносного горизонту, який використовується для питних потреб.

Дослідження впливу сміттєзвалищ на здоров'я і умови проживання мешканців населених пунктів, прилеглих до МВВ.

Аналіз даних захворюваності населення 4 населених пунктів, прилеглих до сміттєзвалища біля с. Крюківщина показав, що негативний вплив сміттєзвалищ на довкілля суттєво впливає на умови проживання населення, включаючи показники здоров'я.

Виявлено тенденцію зростання показників захворюваності населення за класифікаціями хвороб при зменшенні відстані до сміттєзвалища. Так, при зменшенні відстані від сміттєзвалища з 900 до 500 м спостерігалось зростання у 1,4 раз частоти патології серцево-судинної системи; у 1,7 рази - патології нервової системи; майже у 2 рази – інфекційних хвороб; у 3,7 рази – патології органів дихання (рис.1). Виявлено зростання рівнів захворюваності серед населення с. Крюківщина (найближчого до сміттєзвалища населеного пункту) у період з 2012 до 2015 р. за усіма наданими класами хвороб (патологія серцево-судинної системи – в 1,05 разів; онкологічна патологія – в 1,6 разів, патологія нервової системи – в 1,1 рази; патологія органів дихання – в 1,04

рази, інфекційні хвороби – в 1,1 рази). В усіх населених пунктах встановлено перевищення середніх обласних показників (по Київській області) рівнів захворюваності населення за наступними класами хвороб: хвороби серцево-судинної системи (1,2-1,8 разів); хвороби органів дихання (майже у 2 рази); інфекційні хвороби (1,8-2,3 рази).

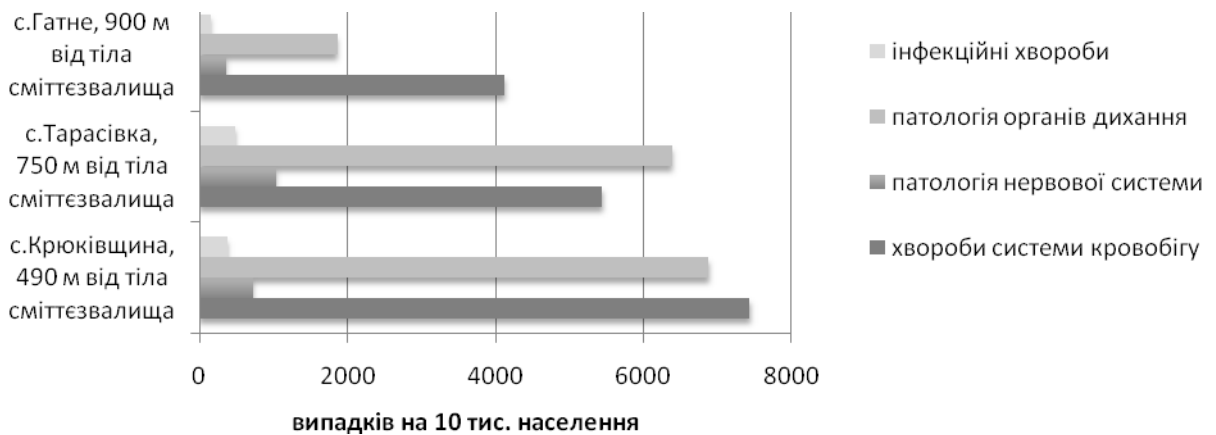


Рис.1 Поширеність хвороб різних класів у дорослого населення сіл, прилеглих до місця видалення ТПВ.

З метою суб'єктивізації оцінки стану здоров'я мешканців територій, прилеглих до сміттєзвалища (с. Крюківщина) було проведено анкетування населення. Усього проанкетовано 89 осіб різного віку, які більше 20 років постійно проживають на цій території. Більшість респондентів оцінили екологічний стан території власного проживання як неблагополучний, що пов'язували з розташуванням поблизу сміттєзвалища.

У 95 % опитаних сміттєзвалище спричиняє певний дискомфорт через неприємний запах (сморід), 67 % осіб - через забруднення та розлітання сміття на розташовані ближче до сміттєзвалища території і присадибні ділянки; 51 % осіб (переважно молодого віку) - через естетичне невдоволення.

В 96 % це обмежувало повсякденну діяльність населення – заважало провітрюванню помешкань (64 % людей похилого віку), не дозволяло тривало перебувати на свіжому повітрі (88 % людей середнього і похилого віку, 63 % молоді). Більше 90 % опитаних незалежно від віку вказали на погіршення стану здоров'я протягом останнього часу, яке вони пов'язують з впливом від забруднення довкілля твердими побутовими відходами зі сміттєзвалища.

Показано, що для поліпшення ситуації поводження з ТПВ в Україні необхідно застосування сучасних технологій поводження з ТПВ відповідно до Директиви Європейського парламенту та Ради 2008/98/ЄС «Про відходи», починаючи зі стадії попередження утворення відходів, їх роздільного збору

(первинне сортування) та промислового сортування (вторинне сортування), сучасних методів обробки, утилізації, захоронення відходів.

Дослідження впливу сміттесортування на морфологічні, фізико-хімічні та біологічні властивості твердих побутових відходів.

Дослідження проведені на сміттесортувальній станції ТОВ «Грінко» м. Києва потужністю 200 тис. тон на рік. Ефективність промислового сортування в Україні становить лише 10-20 %, що обумовлено низькою якістю вихідних ТПВ через відсутність роздільного збору. В процесі сміттесортування частково вилучаються полімерні вироби, папір та картон. В неутилізованій частині відзначається мінімальний вміст металобрухту та брухту скла. Неутилізована частина ТПВ після сортування складається з харчових відходів, мілких фракцій (папір, картон, скло, змет, листя тощо) та фракцій, які нині не мають комерційного збуту (забруднені поліетиленові пакети тощо).

В неутилізованій частині ТПВ після сортування щільність підвищується в 1,4 рази, вміст органічних речовин, здатних до розкладання – на 6 %. Вміст важких металів (свинець, кадмій, нікель, кобальт) зменшується на 50-90 % та на відміну від нативних ТПВ не перевищує їх кларки та ГДК у ґрунті (таблиця 3).

Таблиця 3

**Результати фізико-хімічних досліджень ТПВ до і після сортування
(n = 12, p<0,05)**

Показник	Кларк, мг/кг	ГДК в ґрунті, мг/кг	Несортовані ТПВ, М±m	Неутилізован ий залишок, М±m
Щільність, кг/м ³	-	-	273,56±86,09	392,67±54,33
pH	-	-	5,85±0,32	5,63±0,38
Масова частка вологи, %	-	-	37,45±6,34	51,69±12,07
% вміст мінеральних речовин	-	-	42,29±4,47	36,18±7,05
% вміст органічних речовин	-	-	57,96±4,15	64,06±7,45
Свинець, мг/кг	10	32	0,73±0,32	0,068±0,02
Кобальт, мг/кг	8	5	17,80±7,51	6,01±3,11
Нікель, мг/кг	40	85	32,57±7,94	15,17±2,47
Кадмій, мг/кг	0,5	-	0,60±0,22	0,18±0,080

Бактеріологічні показники якості ТПВ в результаті сміттесортування не змінюються, що пов'язане з тим, що джерело розмноження мікрофлори – харчові відходи - в процесі сміттесортування не вилучаються.

З гігієнічної точки зору сміттесортування позитивно впливає на якість ТПВ, що пов'язано не тільки зі зменшенням кількості відходів, а й із змінами морфологічного складу неутилізованої частини ТПВ на більш сприятливий для захоронення на полігонах (виключення з ТПВ компонентів, які призводять до

зменшення щільності ТПВ, мають значний термін розкладання в ґрунті, містять найбільш небезпечні для здоров'я людини хімічні речовини тощо).

Захоронення такого залишку на полігонах суттєво зменшує антропогенне навантаження на оточуюче середовище в районі його розташування та поліпшує умови проживання населення прилеглих населених пунктів.

Суттєвою невирішеною проблемою при застосуванні сміттесортування є питання безпечного поводження з неутилізованою частиною ТПВ.

Неутилізована частина ТПВ після сортування переважним чином складається з харчових відходів та вуличного змету. Одним із шляхів зменшення харчової фракції у відходах є застосування утилізаторів харчових відходів (диспоузер). Всі органічні залишки і харчові відходи, що попадають у диспоузер, утилізатор перетворює в дрібні частинки, що разом з водою попадають у каналізацію. Наслідком внесення харчових відходів в каналізаційну мережу є підвищення концентрації легкоокислюваних речовин в господарсько-побутових стічних водах. Подрібнені органічні відходи за даними переважної більшості науковців є джерелом вуглецю, який сприяє зв'язуванню азоту та фосфору стічних вод, або взагалі є джерелом азоту та фосфору, що поліпшує процес біологічного очищення води. За участю автора розроблено альтернативну схему сміттєвидалення у житлових будинках з вилученням харчової фракції та переробки її в утилізаторах харчових відходів (Державні санітарні норми і правила утримання територій населених місць, затверджені наказом МОЗ України від 17.03.2011 р. за №145).

Головні негативні наслідки функціонування полігонів обумовлені процесами деструкції легкоокислюваних органічних речовин. Зменшення негативного впливу місць видалення відходів на навколишнє середовище пов'язано зі ступенем біологічної стабілізації відходів.

Неутилізована частина ТПВ після сортування через більш гомогенний склад та переважну частку у складі легкоокислюваних речовин є більш сприятливою до сучасних способів стабілізації відходів із застосуванням глибокого пресування з інертними добавками та обробкою ферментними препаратами.

Експериментальні дослідження біологічної активності залишкової частини ТПВ після сміттесортування при різних технологіях їх обробки.

Біологічну активність залишкової частини ТПВ після сортування визначали за активністю дегідрогенази.

Для стабілізації відходів запропоновано ущільнення до якості природних ґрунтів.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що в неущільненій неутилізованій частині ТПВ після сортування за рахунок збільшення легкоокислюваних органічних речовин проходять інтенсивні біологічні процеси. Глибоке пресування суттєво зменшує активність біологічних процесів в ТПВ. Пресування неутилізованої частини ТПВ з 350 до 1000 кг/м³ зменшує активність біологічних процесів на 42%; пресування з 350 до до 1300 кг/ м³ - на 52 % (рис.2). Пресування відходів до 1000 кг/м³ та 1300 кг/м³ призводить до

уповільнення процесів біологічного окислення органічних речовин, проте біологічні процеси в ущільнених ТПВ повністю не пригнічуються. Інтенсивність біологічних процесів в неутилізованій частині ТПВ після сортування при ступені ущільнення $1000-13000 \text{ кг/м}^3$ зменшується, головним чином, за рахунок зниження показників вологості (від 65 % до 35 %) та зменшення доступу кисню в процесі окислення органічних речовин, здатних до біодеструкції.

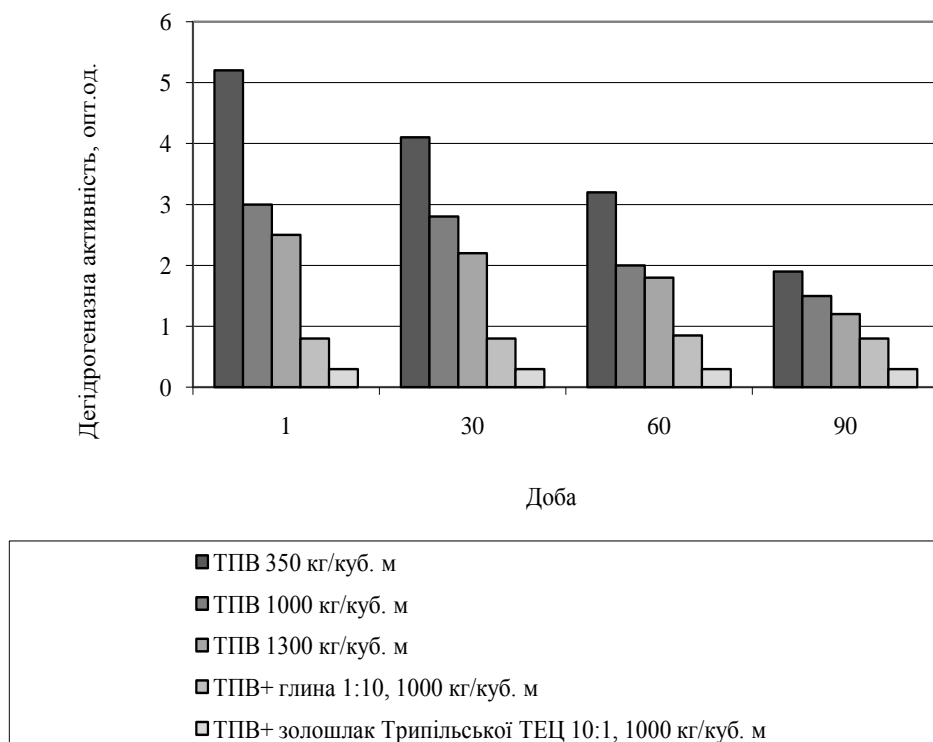


Рис. 2. Вплив ущільнення на біологічну активність залишкової частини ТПВ після сортування

Для стабілізації біологічних процесів в неутилізованій частині ТПВ після сортування перед пресуванням запропоновано введення зв'язуючих компонентів.

Показано, що додавання червоної глини у співвідношенні 1:10 з подальшим ущільненням суміші до 1000 кг/м^3 зменшує дегідрогеназну активність на 80 %, проте не призводить до повного пригнічення ферментативних процесів у відходах за рахунок малої втрати рідини у відходах.

Використання золошлаку Трипільської ТЕЦ в якості зв'язуючого компоненту призводить до значного зменшення вологості та зрушення водневого показника (рН) суміші до нейтрального. Ущільнення суміші (10 частин відходів та 1 частина золошлаку) до 1000 кг/м^3 призводить до зменшення рівня дегідрогеназної активності на 97 %, що свідчить про найбільш ефективний

спосіб стабілізації органічних речовин в неутилізованій частині ТПВ після сортування.

Пресування неутилізованої частини ТПВ після сортування з вологістю більше 55 % супроводжується утворенням рідкої фракції – віджиму.

Віджим неутилізованої частини ТПВ після пресування у порівнянні з фільтратом полігону має більш низький сольовий склад (сухий залишок віджиму – $924,00 \pm 71,14$ мг/дм³, фільтрату – $14440,50 \pm 263,25$ мг/дм³), важкоокислюваних органічних речовин (ХСК відповідно $914,90 \pm 198,66$ та $5186,67 \pm 1083,25$ мг/дм³) та підвищений вміст легкоокислюваних органічних речовин (БСК₅ відповідно $652,4 \pm 150,04$ та $302,67 \pm 7,58$ мг О₂/дм³). Віджим за рахунок меншої кількості гумінових та фульвокислот має менше забарвлення, меншу мінералізацію та вміст важких металів, які токсично діють на активний мул каналізаційних споруд і на відміну від фільтрату може скидатися на очисні каналізаційні споруди.

Розроблено критерії безпечного захоронення ТПВ на полігонах. Захороненню підлягає тільки неутилізована частина ТПВ після сортування у вигляді брикетів. Брикет складається з 10 частин відходів та однієї частини золошлакової суміші. Ступінь ущільнення відходів не менше, ніж 1000 кг/м³, вологість не більше – 10 %, рН 6,5-7,0.

Санітарно-гігієнічна оцінка технології біоремедіації для обробки ТПВ. Одним із шляхів стабілізації відходів є прискорення процесів розкладання органічних речовин за допомогою пробіотиків (біоремедіація). Були проведені лабораторні та натурні дослідження щодо можливості застосування ферментів класу оксигеназ (оксизин) та мікробіологічного препарату ЕМ-1 для обробки сортованих та нативних ТПВ.

Вплив обробки біопрепаратами залишкової частини ТПВ після сортування оцінювався за динамікою зменшення маси ТПВ з плином часу. Проби зважувались 1 раз на тиждень. Процес переробки відходів також контролювався за щоденною динамікою виділення фільтрату.

Визначено, що динаміка процесу зниження ваги подібна для сортованих і несортованих відходів, проте відбувається з різною інтенсивністю (рис.3). За 42 доби спостереження зниження ваги відбулося: при додаванні оксизину у дозі 0,02 мл/кг до нативних ТПВ на 28 %, до ТПВ після сортування – на 34,3 %. Підвищення дози ферменту призводить до більш значної втрати ваги – відповідно 29,9 % та 36,4 %. Зменшення маси неутилізованої частини ТПВ після сортування за 63 доби спостереження складає: контроль - 27,1 %; при додаванні оксизину в дозі 0,02 мл готового розчину/кг відходів - 39,3 %; в дозі 0,04 мл/кг – 42,9 %, при додаванні мікробіологічного препарату ЕМ-1 в дозі 0,02 мл/кг - 45,7 %. Дія ферменту залежить головним чином від вмісту у ТПВ легкоокислюваних органічних речовин, які підлягають біодеструкції. Так, вміст харчової фракції у несортованих ТПВ - 40 % , у сортованих – 85 %. Слід відзначити, що підвищення дози ферменту вдвічі підвищує інтенсивність процесу окислення органічних речовин незначною мірою.

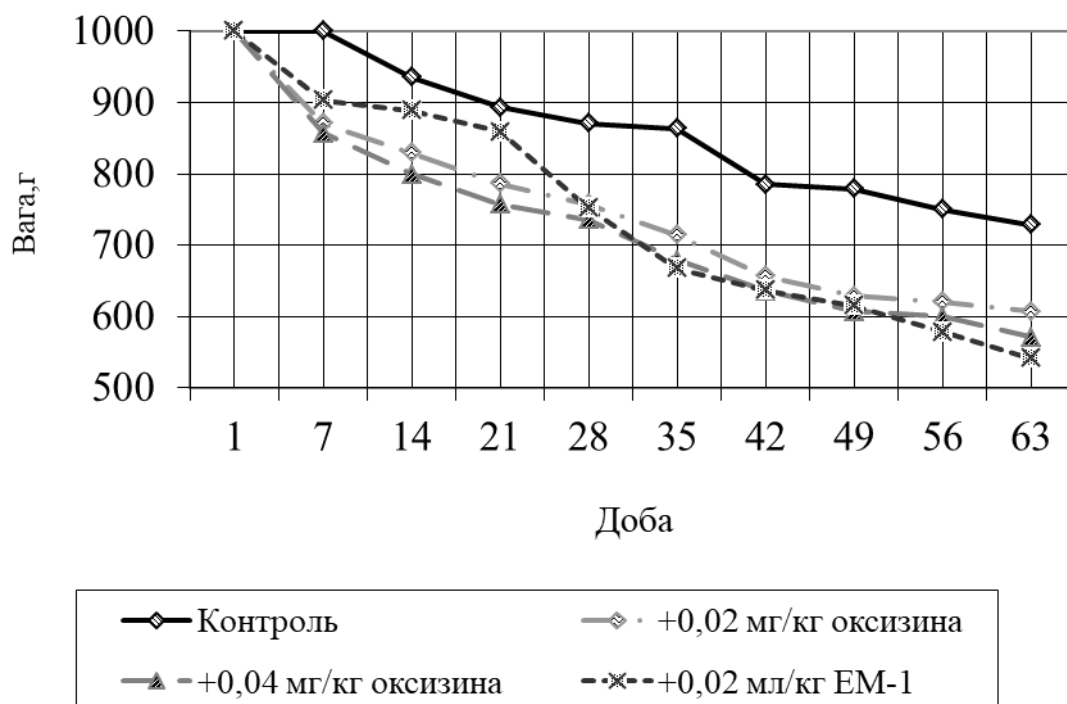


Рис.3 Динаміка зміни ваги залишкової частини ТПВ після сортування під дією пробіотиків на 1 кг ТПВ

Динаміка утворення фільтрату є показником інтенсивності процесів біологічного розкладання органічних речовин, оскільки в лабораторних умовах, при відсутності атмосферних опадів та однакової кількості вологи в контрольних і дослідних пробах, фільтрат виділяється тільки в результаті біохімічних процесів, які супроводжуються утворенням води при анаеробному розкладанні їх органічної складової.

В контрольному зразку виділення фільтрату починається на другому тижні в максимальних кількостях, далі відбувається поступове його зниження і припинення на сьомому 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 його виділення відповідно на 8-му та 7-му тижні від початку експерименту (рис 4).

Загальна кількість фільтрату, утвореного при застосуванні препарату ЕМ-1, в 3,3 рази перевищує контроль (399,7 мл), оксизину – в 2,4 рази (291 мл) при утворенні фільтрату в контролі на рівні - 120,1 мл.

Дія ферментних препаратів у порівнянні з мікробними, більш швидка у часі, а мікробних препаратів – більш глибока. Доцільно застосовувати оптимальну мінімальну дозу препарату, оскільки підвищення дози ферменту вдвічі лише незначним чином підвищує інтенсивність процесу окислення органічних речовин.

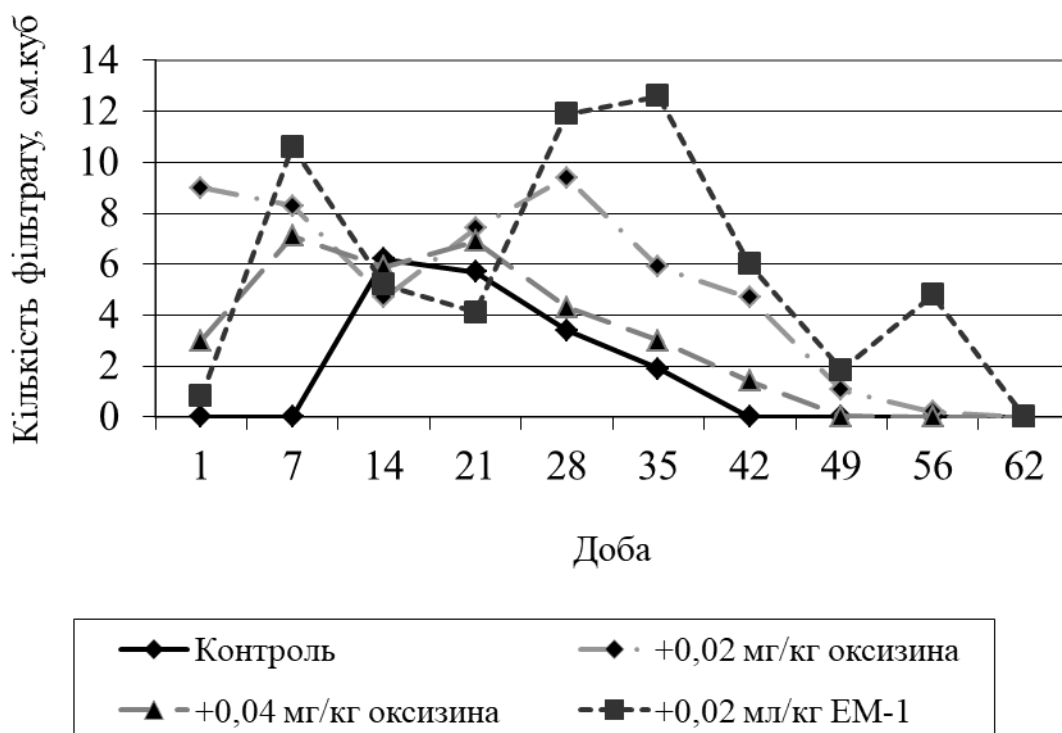


Рис.4. Утворення фільтрату під дією пробіотиків

Натурним експериментом на полігоні № 5 м. Києва встановлено, що за 40 днів обробки біопрепаратами (оксизин в дозі 0,02 мл/кг ТПВ) в теплий період року зменшення об'єму ТПВ при постійному, щоденному завантаженні протягом всіх днів експерименту «свіжими» відходами складало 29 %, на контрольній (без обробки ферментами) – менше 1 %; для ТПВ разової закладки – відповідно 30,8 % і 5 %. Зменшення об'ємів ТПВ на робочих картах відбувається за рахунок самоущільнення, пов'язаного з більш ефективним процесом деструкції органічних речовин. Під дією ферменту глибина переробки ТПВ за 40 днів дослідження підвищується в 6 разів. Зважаючи на те, що в морфологічному складі ТПВ частина харчових відходів складає в середньому 35-50 %, можна стверджувати, що за один вегетаційний період відбувається повна переробка всіх органічних речовин. Біопрепарати ефективні як у сортованих, так і несортованих ТПВ. Використання цих препаратів – ефективний захід як для ТПВ, які накопичились на сміттєзвалищах України, так і для ТПВ, які надходять на полігони.

При застосуванні біопрепаратів має місце поліпшення санітарно-гігієнічних показників проб ТПВ, фільтрату, атмосферного повітря, ґрунту прилеглої території до тіла полігону (таблиця 4).

Застосування ферментної обробки призводить до значного зменшення вмісту у ТПВ (на 50-70 %) ВМ до рівнів, менших ніж їх кларки та ГДК в ґрунтах, азотвмісних сполук - на 40-50 %, яєць гельмінтів – на 50 %. Привнесений фермент стимулює розвиток мезофільних та термофільних мікроорганізмів, які переробляють органічну речовину, і не сприяє розвитку хвороботворних мікроорганізмів та бактерій патогенної мікрофлори. 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. Під дією ферменту фільтрат полігону є менш токсичним: реакція середовища зрушується в лужну сторону, що є позитивним для розвитку рослин; фільтрат містить менше неорганічних речовин, підвищується доля органічних речовин, переважним чином легкоокислюваних, інтенсивно розвиваються мікроорганізми, що розкладають органічну речовину.

Таблиця 4

Зміна показників проб ТПВ під дією оксизину (0,02 мг/кг) у порівнянні з необробленими ТПВ, %

Показник	Умови складування	
	Щоденне завантаження протягом 40 днів свіжими ТПВ з щодобовою водним ферменту	завантаження ТПВ з обробкою їх розчином ферменту
Вологість	+5	+10
Азот амонійний	-49	-46
Нітрати	-70	-70
Важкі метали	-38-61	-40-69
Яйця гельмінтів	-50	-50

Використання технології біоремедіації призводить до покращення санітарно-гігієнічної ситуації на полігонах та сміттєзвалищах за рахунок зменшення запахів, стабілізації ТПВ, покращення якості фільтрату полігону, зменшення об'ємів накопичених ТПВ.

Після проведення процесу біоремедіації можливе повторне використання території сміттєзвалищ, переобладнання їх в полігони, які відповідають всім сучасним вимогам.

Санітарно-гігієнічна характеристика сучасних технологій поводження з ТПВ на сміттєзвалищах, які знаходяться в стадії рекультивації.

Суттєвою гігієнічною проблемою є відходи, які накопичені протягом багатьох років на сміттєзвалищах. Накопичені на сміттєзвалищах ТПВ після припинення їх захоронення та проведення стандартної процедури рекультивації ще протягом кількох десятиліть залишаються джерелом забруднення навколишнього середовища через виділення фільтрату та біогазу.

Проведений нами науковий аналіз сучасних технологій поводження з ТПВ закритих сміттєзвалищ, дозволив їх умовно розділити на 3 групи основних заходів та технологій по зменшенню впливу на навколишнє середовище: технології переробки фільтрату, технології переробки ТПВ за допомогою пробіотиків, технології санації полігонів з вилученням звалищного ґрунту.

Існуюча в Україні технологія обробки фільтрату, яка заснована на процесах зворотнього осмосу (PAL ROСHEM), дозволяє отримати 70 % перміату, який після доочищення від аміаку може бути відведений у водотоки та 30% концентрату, який містить значні концентрації мінеральних (сухий залишок - $25650,00 \pm 1852,67$ мг/дм³ включно з VM) та важкоокислюваних органічних речовин (ХСК - $35500,00 \pm 1578,03$ мг/дм³, головним чином гумінових та фульвокислот) і не може бути скинутий на каналізаційні очисні споруди. До цього часу не існує економічно обґрунтованих шляхів поводження з концентратом.

Для очистки фільтрату на полігоні №5 м. Києва також були запропоновані: установка термічної обробки фільтрату італійської фірми «VOMM», яка базується на двох лініях концентрування і на одній лінії сушки, технологія комплексної фізико-хімічної обробки фільтрату, розроблена ТОВ «Енерготехнологія». Визначено, що при всіх технологіях утворюються побічні продукти (у вигляді осадів або сухого залишку), поводження з якими вельми проблематично, оскільки клас небезпеки їх значно вищий, ніж нативного фільтрату. Крім того, практично всі технології поводження з фільтратом є високовартісними.

Однією з найбільш сучасних технологій поводження з ТПВ, які накопичені на сміттєзвалищах України, є їх санація – вилучення звалищного ґрунту з попередньою обробкою його пробіотиками. Після обробки пробіотиками складованих ТПВ на сміттєзвалищі залишаються стабілізовані ущільнені відходи, які за своїми характеристиками близькі до дерново-підзолистих ґрунтів. Такі відходи можуть бути безпечно вилучені з тіла МВВ. Технологія санації та повторного використання ділянки складування відходів передбачає вилучення відходів з карт, їх сортування на фракції, які можуть бути використані в якості енергетичної або вторинної сировини та неутилізовані біологічно інертні фракції, які можна використовувати для ізолюючих прошарків на нових картах захоронення ТПВ, облаштованих згідно сучасних вимог. Показано, що високотемпературний піроліз є найбільш безпечним методом знешкодження фракцій ТПВ, які не пройшли фазу деструкції.

На підставі проведених досліджень доведено, що для України найбільш перспективним методом поводження з ТПВ є організація місць захоронення ТПВ по принципу багаторазового використання території вже існуючих полігонів та сміттєзвалищ. Розміщення відходів на полігонах розглядається як кінцевий етап поводження з ТПВ та згідно з Директивою ЄС «2008/98/ЕС» повинен враховувати стадії попередження утворення відходів, їх роздільний збір (первинне сортування) та промислове сортування (вторинне сортування), сучасні методи обробки, утилізації відходів.

Для мінімізації негативного впливу МВВ на довкілля та здоров'я населення рекомендується: запровадження технології повної санації закритих полігонів та сміттєзвалищ з попередньою обробкою відходів пробіотиками, використання пробіотиків для обробки робочих карт сміттєзвалищ та полігонів,

захоронення на полігонах неутилізованої частини ТПВ після сортування у вигляді брикетів після глибокого пресування.

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення світового досвіду і нове практичне розв'язання наукових завдань щодо поводження з ТПВ в Україні та обґрунтування шляхів мінімізації негативного впливу ТПВ на навколишнє середовище та здоров'я населення.

1. Встановлено, що в Україні практично відсутні сучасні технології поводження з ТПВ, які б відповідали вимогам Директиви Європейського парламенту та Ради 2008/98/ЄС «Про відходи», починаючи зі стадії попередження утворення відходів, їх роздільного збору (первинне сортування) та промислового сортування (вторинне сортування), сучасних методів обробки, утилізації, захоронення відходів, що становить небезпеку для умов проживання населення в місцях розташування місць видалення ТПВ. Доведено, що зона негативного впливу сміттєзвалищ, на які видалається більше 95% всіх ТПВ України, поширюється на 2-3 км (2-3 ГДК за вмістом аміаку, важких металів у підземних водах). На полігонах, побудованих з урахуванням сучасних санітарно-гігієнічних вимог, розповсюдження забруднень відбувається в межах нормативної СЗЗ об'єкта (500 м).

2. Встановлено, що сміттєзвалища мають суттєвий негативний вплив на стан здоров'я та умови проживання населення. Зокрема, рівень захворюваності населення серцево-судинними хворобами, хворобами органів дихання, інфекційними хворобами в селах, прилеглих до місць видалення ТПВ, у середньому в 1,5- 2,0 рази перевищує аналогічні середні обласні показники. При цьому спостерігається тенденція до збільшення показників захворюваності у 1,4—2,3 рази при зменшенні відстані від населеного пункту до звалища з 900 до 500 м.

Соціологічне опитування населення за розробленою нами анкетною (89 респондентів) показало, що більшість населення оцінює стан довкілля у своєму населеному пункті та на прилеглий території як незадовільний, пов'язуючи це із впливом звалища ТПВ, а також відзначає, що функціонування поруч з населеним пунктом звалища негативно впливає на стан здоров'я та умови проживання мешканців.

3. Показано, що завдяки впровадженню роздільного збору кількість відходів, що підлягають захороненню на полігонах, може бути зменшена на 30-70 %, а при поєднанні роздільного збору та промислового сортування – більше ніж на 90%. Доведено, що з гігієнічної точки зору сміттєсортування позитивно впливає на якість неутилізованої частини ТПВ, яка підлягає захороненню. В експерименті встановлено, що в неутилізованій частині ТПВ після сортування щільність підвищується в 1,4 рази, вміст органічних речовин, здатних до розкладання – на 6 %. Вміст ВМ зменшується на 50-90 % до рівнів відповідних кларків та ГДК у ґрунті, що є запобіжним заходом зменшення негативного впливу захоронення ТПВ на здоров'я населення.

4. Встановлено, що глибоке пресування ТПВ суттєво зменшує активність біологічних процесів, які в них відбуваються. Пресування неутилізованої частини ТПВ з 350 до 1000 кг/м³ зменшує активність біологічних процесів в ТПВ на 42 %; пресування з 350 до 1300 кг/м³ - на 52 %. Додаткове введення зв'язуючих компонентів перед пресуванням до неутилізованої частини ТПВ після сортування призводить до мінімізації біологічних процесів у відходах. Додавання червоної глини у співвідношенні 1:10 з подальшим ущільненням суміші до 1000 кг/м³ зменшує дегідрогеназну активність відходів на 80 %, а використання золошлаку Трипільської ТЕЦ у тому ж співвідношенні - на 97 %, що свідчить про високий рівень стабілізації органічних речовин у ТПВ після ущільнення. При цьому емісія забруднюючих речовин у навколишнє середовище практично відсутня, що поліпшує умови проживання населення прилеглих до МВВ населених пунктів.

5. Лабораторними дослідженнями на модельованій суміші ТПВ встановлено, що застосування як ферментних, так і мікробіологічних препаратів для обробки залишкової частини ТПВ після сортування (біоремедіація) прискорює процеси розкладання органічних речовин у порівнянні з контролем. Зменшення маси відходів за 63 доби спостереження складає: контроль - 27,1 %; при додаванні оксизину у дозі 0,02 мл робочого розчину/кг відходів - 39,3 %; у дозі 0,04 мл/кг - 42,9 %, при додаванні мікробіологічного препарату ЕМ-1 у дозі 0,02 мл/кг - 45,7 %. При застосуванні пробіотиків, процеси розкладання органічних речовин проходять більш інтенсивно і повно, ніж природним шляхом, про що свідчить кількість виділеного фільтрату. Загальна кількість фільтрату, утвореного при застосуванні препарату ЕМ-1, у 3,3 рази перевищує контроль (399,7 мл), оксизину - у 2,4 рази (291 мл) при утворенні фільтрату в контролі на рівні - 120,1 мл. Дія ферментних препаратів у порівнянні з мікробіологічними є більш швидкою у часі, а мікробіологічних препаратів - більш ефективною за ступенем глибини переробки біомаси ТПВ.

6. Натурним експериментом на полігоні №5 м. Києва встановлено, що за 40 днів обробки біопрепаратами (оксизин у дозі 0,02 мл/кг ТПВ) у теплий період року зменшення об'єму ТПВ при постійному, щоденному завантаженні протягом всіх днів експерименту «свіжими» відходами складало 29 %, на контрольній (без обробки ферментами) - менше 1 %; для ТПВ разової закладки - відповідно 30,8 % і 5 %. Зменшення об'ємів ТПВ на робочих картах відбувається за рахунок самоущільнення, пов'язаного з більш ефективним процесом деструкції органічних речовин. Застосування ферментної обробки призводить до значного зменшення вмісту ВМ (на 50-70 %) до рівнів, менших ніж їх кларки та ГДК у ґрунтах, азотвміщуючих сполук - на 40-50 %, яєць гельмінтів - на 50 %. Привнесений фермент стимулює розвиток мезофільних та термофільних мікроорганізмів, які переробляють органічну речовину. Поліпшення стану повітря відбувається за рахунок зменшення вмісту речовин, які обумовлюють неприємні запахи та можливість стихійного загоряння (метан, сірководень, аміак, окис вуглецю).

7. Основним негативним чинником впливу МВВ на навколишнє середовище є утворення фільтрату, основного забруднювача ґрунтових та підземних вод при захороненні ТПВ. Існуюча в Україні технологія обробки фільтрату, що заснована на процесах зворотнього осмосу (PAL ROСHEM), дозволяє отримати 70 % перміату, який після доочищення від аміаку може бути відведений у водотоки та 30 % концентрату, який містить значні концентрації мінеральних (сухий залишок - $25650,00 \pm 1852,67$ мг/дм³ включно з ВМ) та важкоокислюваних органічних речовин (ХСК - $35500,00 \pm 1578,03$ мг/дм³, головним чином гумінових та фульвокислот) і не може бути скинутий у каналізаційні очисні споруди. Усі технології поводження з фільтратом є енерговитратними і не досить ефективними.

8. Показано, що закриті і рекультивовані згідно з вимогами сучасного законодавства полігони та сміттєзвалища ще протягом багатьох років є потужними забруднювачами ґрунтів та підземних вод через виділення фільтрату, що становить серйозну загрозу підземним водам, які використовуються населенням як джерела питного водопостачання. Найбільш перспективною для України з санітарно-гігієнічних позицій є технологія санації та повторного використання МВВ з переобладнанням сміттєзвалища у полігон. Санацію рекомендовано проводити після проведення процесу біоремедіації (попередньої обробки ферментами або спеціальними мікроорганізмами) тіла сміттєзвалища. Захоронення на спеціалізованих полігонах глибокоущільнених відходів з додаванням сорбуючої компоненти у вигляді брикетів дозволить мінімізувати утворення фільтрату, зменшити навантаження на корисну площу полігонів, суттєво зменшити негативний вплив МВВ на умови проживання населення.

9. Проведеними дослідженнями доведено, що для України найбільш перспективним методом поводження з ТПВ є організація місць розміщення та захоронення ТПВ за принципом багаторазового використання території вже існуючих полігонів та сміттєзвалищ. Розміщення відходів на полігонах розглядається як кінцевий етап поводження з ТПВ, згідно з Директивою ЄС «2008/98/ЕС» воно повинно враховувати попередження утворення відходів або мінімізацію утворення, максимальне вторинне використання матеріального та енергетичного потенціалу відходів.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

- у наукових періодичних фахових виданнях України:

1. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Експериментальні дослідження впливу ущільнення залишкової частки твердих побутових відходів після сортування на їх біологічну активність // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2012. Вип. 55. С.55-58 (*літературний пошук, збір та аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

2. Тетеньова І.О. Гігієнічні питання впливу сміттесортування на фізико-хімічні та біологічні властивості твердих побутових відходів // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 62. С.119-123.

3. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Санітарно-гігієнічні особливості застосування пробіотиків для обробки твердих побутових відходів // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2019. Вип. 69. С.68-74 (*літературний пошук, аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

- у виданнях, які входять до наукометричних баз даних, та в міжнародних фахових виданнях:

4.Тетенева И.А. Гигиенические аспекты обращения с неутилизированной частью твердых бытовых отходов после мусоросортировки // Здоровье и окружающая среда: сб. научн.трудов. Минск, 2013. Вып. 22. С. 207-210.

5. Тетеньова І.О. Гігієнічна оцінка сучасних технологій поводження з твердими побутовими відходами та можливість впровадження в Україні // Довкілля та здоров'я. 2017. № 3 (83). С. 49 -54.

6. Тетеньова І.О. Вплив сміттєзвалищ на довкілля та умови проживання населення //Довкілля та здоров'я. 2017. №2 (82). С. 26 -30.

7. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Санітарно-гігієнічна характеристика технологій поводження з фільтратом полігонів твердих побутових відходів, рекомендованих для застосування в Україні// Довкілля та здоров'я. 2018. № 2 (87). С. 58-61 (*літературний пошук, аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

- в інших наукових виданнях:

8. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Поводження з твердими побутовими відходами в Україні: основні гігієнічні проблеми// СЕС. Профілактична медицина. 2011, №3. С.46-51 (*літературний пошук, аналіз результатів, підготовка статті до друку*).

- тези доповідей:

9. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Тетеньова І.О., Гуменнікова Н.М., Лівінська Є.В., Беньке Л.В., Черевко О.М. Санітарно-гігієнічні дослідження продуктів обробки фільтрату полігону №5 на установці фірми «VOOM» в пуско-налагоджувальний період // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ.конф. (четверті марзеєвські читання, 2008). К., 2008. Вип. 8. С. 86-87.

10. Тетеньова І.О. Санітарно-гігієнічна оцінка новітніх технологій поводження з твердими побутовими відходами, які накопичені на сміттєзвалищах та полігонах України // Актуальні питання гігієни та

екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ.конф. (шості марзеєвські читання, 2010). К., 2010. Вип. 10. С. 133-135.

11. Тетеньова І.О. Гігієнічні проблеми закритих сміттєзвалищ // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії : матеріали XV з'їзду гігієністів України (м. Львів, 20-21 вересня 2012 р.). Львів, 2012. С. 321-322.

12. Тетеньова І.О. Санітарно-гігієнічна оцінка технології ферментної обробки твердих побутових відходів // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ.конф. (восьмі марзеєвські читання, 2012). К., 2012. Вип. 12. С.100-101.

13. Teteneva I. Hygienic aspects of the unutilized part of solid domestic waste treatment after waste sorting in Ukraine // Zeitschrift der Europäische Akademie für Naturwissenschaften. Hannover, - 2013. - P. 134-135.

14. Тетеньова І.О. Гігієнічні аспекти застосування технології біоремедіації на полігонах та сміттєзвалищах твердих побутових відходів України // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ.конф. (десяті марзеєвські читання, 2014). К., 2014. Вип. 14. С. 77-79.

15. Тетеньова І.О. Характеристика місць видалення відходів в Україні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. (одинадцяті марзеєвські читання, 2015). м. Івано-Франківськ., 2015. Вип. 15. С. 68-70.

16. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Гігієнічні аспекти застосування пробіотиків для обробки твердих побутових відходів в Україні // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: збірка тез доп. наук.-практ. конф. (чотирнадцяті марзеєвські читання, 2018). К., 2018. Вип. 18. С.247-249.

17. Станкевич В.В., Тетеньова І.О. Сучасні гігієнічні пріоритети поводження з твердими побутовими відходами в Україні в зв'язку з імплементацією директив ЄС до національного законодавства // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: збірка тез доп. наук.-практ. конф. (п'ятнадцяті марзеєвські читання, 2019). К., 2019. Вип. 19. С. 126-128.

- ДСанПіНи, патенти, інформаційні листи:

18. Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць, затверджені Наказом МОЗ від 17.03.2011 р. за №145, зареєстрованим у Мін'юсті від 05.04.2011 р. за № 457/19195. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11>.

19. Патент на корисну модель № 50447 від 10.06.2010 р. «Спосіб переробки твердих побутових відходів»/ В. В. Станкевич, І.О. Тетеньова; ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва» НАМН України. Опубл. 10.06.2010; Бюл. № 11.

20. Інформаційний лист «Спосіб оптимізації захоронення на полігонах залишкової частини твердих побутових відходів після сортування за допомогою ущільнення та введення сорбуючих компонентів»: Інформаційний лист про нововведення в системі охорони здоров'я, № 86-2017 / В.В.Станкевич, І.О.Тетеньова Київ: Укрмедпатентінформ. 2017. 4 с.

21. Інформаційний лист «Використання пробіотиків для обробки твердих побутових відходів»: Інформаційний лист про нововведення в системі охорони здоров'я, № 83-2017 / В.В.Станкевич, І.О.Тетеньова Київ: Укрмедпатентінформ. 2017. 4 с.

АНОТАЦІЯ

Тетеньова І.О. Гігієнічна оцінка сучасних технологій поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.02.01 - «гігієна та професійна патологія» - Державна установа „Інститут громадського здоров'я ім.О.М. Марзєєва” НАМН України, Київ, 2019.

Дисертація присвячена вивченню гігієнічних аспектів поводження з ТПВ на сучасному етапі в Україні з метою мінімізації негативного впливу ТПВ на здоров'я та умови проживання населення.

У дисертаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення світового досвіду поводження з ТПВ. Отримано нові дані про сучасний еколого-гігієнічний стан місць складування ТПВ (сміттєзвалища та полігони) в Україні та їх вплив на оточуюче середовище, здоров'я та умови проживання населення. Вперше в Україні в натурних умовах визначено зміни в морфологічному складі, фізико-хімічних та біологічних властивостях залишкової частини ТПВ після промислового сміттєсортування. Розроблено спосіб безпечного захоронення неутилізованої частини ТПВ після сортування з застосуванням брикетування та глибокого ущільнення ТПВ із зв'язуючими домішками. В експериментальних умовах встановлено закономірності поведінки ТПВ під впливом дії пробіотиків (біоремедіація). Науково обґрунтовані сучасні методи рекультивації та санації існуючих звалищ та полігонів ТПВ з метою повторного використання земельних ділянок цих об'єктів.

На основі проведених досліджень надані гігієнічні рекомендації щодо безпечного поводження з ТПВ в Україні.

Ключові слова: тверді побутові відходи (ТПВ), сміттєзвалище, полігон, здоров'я населення, сміттєсортування, неутилізована частина ТПВ після сортування, біоремедіація.

АННОТАЦИЯ

Тетенёва И.А. Гигиеническая оценка современных технологий обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.02.01 «Гигиена и профессиональная патология» - Государственное учреждение "Институт общественного здоровья имени А.Н.Марзеева" НАМН Украины, Киев, 2019.

Диссертация посвящена изучению гигиенических аспектов обращения с ТБО на современном этапе в Украине с целью минимизации негативного влияния ТБО на здоровье и условия проживания населения.

В диссертационной работе осуществлено теоретическое обобщение мирового опыта обращения с ТБО. Получены новые данные о современном эколого-гигиеническом состоянии мест складирования ТБО (свалки и полигоны) в Украине и их влиянии на окружающую среду, здоровье и условия проживания населения.

Впервые в Украине в натуральных условиях определены изменения в морфологическом составе, физико-химических и биологических свойствах остаточной части ТБО после промышленной сортировки.

Разработан способ безопасного захоронения не утилизируемой части ТБО после сортировки с применением брикетирования и глубокого уплотнения ТБО со связующими примесями. В экспериментальных условиях установлены закономерности поведения ТБО под воздействием пробиотиков (биоремедиация).

Научно обоснованы современные методы рекультивации и санации существующих свалок и полигонов ТБО с целью повторного использования земельных участков этих объектов.

На основе проведенных исследований разработаны гигиенические рекомендации по безопасному обращению с ТБО в Украине.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы (ТБО), свалка, полигон, здоровье населения, мусоросортировка, не утилизируемый остаток ТБО после сортировки, биоремедиация.

SUMMARY

Teteniova I.O. Hygienic assessment of modern technologies for solid domestic waste management in Ukraine. Dissertation for the degree of the Candidate of Medical Sciences on the speciality 14.02.01 "Hygiene and Professional Pathology" - State Institution "O. M. Marsieiev Institute for Public Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the study of the hygienic aspects of solid domestic waste (SDW) management in Ukraine at present. In the dissertation, the theoretical generalization of the world experience and a new practical solution of the scientific problems concerning the SDW management in Ukraine have been carried out and the ways for the minimization of the negative impact of SDW on the environment and the health of the population have been substantiated. It was demonstrated by example of the landfill No. 5 in Kyiv that garbage grounds constructed on the basis of modern sanitary and hygienic requirements did not fully guarantee the sanitary and epidemic safety of such objects, however, an area of negative impact did not go beyond the standard SPZ (500 m).

It was proved that the area of negative impact of the landfills goes far beyond the standard sanitary protection zone (SPZ) (500 m) and reaches 2-3 km. Analysis of

the data on the incidence in the population, residing in the settlements adjacent to the landfills, showed that a negative impact of the landfills on the environment significantly affected the living conditions of the population, including health parameters.

The results of the experimental investigations on the impact of the industrial garbage sorting on the morphological composition, physical-and-chemical, and biological properties of SDW are presented. It was proved that, from a hygienic point of view, a garbage sorting affected positively the quality of unutilized portion of SDW that was to be buried. After sorting, in the unutilized part of SDW, the density increases 1.4-fold, the content of organic substances capable of decomposition - by 6%. The content of heavy metals is reduced by 50-90%, and, unlike the native SDW, does not exceed their clarks and MAC in soil. The content of heavy metals is reduced by 50-90%, and, unlike the native SDW, does not exceed their clarks and MAC in soil.

The materials of experimental studies on finding ways to improve the safety of storage of the unused part of solid waste after sorting at garbage sites are presented.

Deep compaction (to the quality of natural soils) has been proposed to stabilize waste. Compacting of unutilized part of SWD from 350 to 1000 kg / m³ reduces the activity of biological processes in SWD by 42%; compacting - from 350 up to 1300 kg / m³ by 52%. The addition of red clay in a ratio of 1:10 followed by compaction of the mixture to 1000 kg / m³ reduces the dehydrogenase activity by 80%, but does not completely suppress enzymatic processes in the waste due to the small amount of liquid loss in the waste. The use of ash-slag of Trypylska TPP as a binding component leads to a significant reduction in moisture and a shift in the hydrogen index (pH) of the mixture to the neutral. Compacting of the mixture (10 parts of waste and 1 part of ash-slag) up to 1000 kg / m³ leads to a decrease in the level of dehydrogenase activity by 97%, which indicates the most effective way of the stabilization of the organic substances in unutilized part of SDW after sorting.

The results of the laboratory and the field investigations on the possibility of the use of the enzymes of oxygenases (oxysin) class and the microbiological preparation EM-1 for the treatment of the residual portion of SDW after sorting in comparison with unsorted SDW are presented. The use of both enzyme and microbiological agents (bioremediation) leads to an acceleration of the decomposition of organic substances in comparison with natural conditions. The effect of enzyme preparations is faster in time in comparison with the microbiological ones, the effect of microbiological preparations is deeper by the degree of the destruction of organic substances.

The use of enzymatic treatment leads to a significant reduction of nitrogen-containing compounds (by 40-50%), heavymetals (by 50-70%) to levels below their clarks and MPC Treatment with SDW enzymes has a detrimental effect on worm eggs, stimulates the development of mesophilic and thermophilic microorganisms that process easily oxidized organic substance. There is a tendency to the improvement of the air composition by the reduction of the content of the substances that cause unpleasant smells and the possibility of spontaneous ignition (hydrogen

sulfide, ammonia, carbon monoxide, phenol). As a result of treatment with enzymes, the moisture content in SDW and soil increases by 5-10%.

Modern methods of reclamation and sanitation of existing landfills and garbage ground in order to reuse land plots of these objects are scientifically grounded

It was proved on the basis of performed research that the organization of sites for the placement and burial of SDW by the principle of reuse of the territory of existing garbage grounds and landfills is the most promising method of SDW management for Ukraine. Waste disposal at the garbage grounds is considered as a final stage of SDW management, and according to the EU Directive 2008/98 / EC, it should take into account the prevention of waste generation or minimization of generation, maximum reuse of material or energy potential of waste.

Key words: solid domestic waste (SDW), landfill, garbage ground, health population garbage sorting, unutilized part of SDW after sorting, bioremediation.