

УДК 614.777: 628

## ГІГІЄНИЧНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ СМІТТЕСОРТУВАННЯ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Тетеньова І.О.

ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України”, м. Київ

**Вступ.** Сміттесортування в Україні є обов'язковим елементом поводження з твердими побутовими відходами.[1].

За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України у 8 містах працюють сміттесортувальні лінії [2]. В процесі сміттесортування вилучаються папір, скло, метал, полімери. Після відбору комерційно привабливих фракцій залишається неутілізована частина, склад і властивості якої значно відрізняються від нативних твердих побутових відходів (ТПВ). З гігієнічних позицій неутілізована частина ТПВ після сортування в Україні не вивчалася. Фізико-хімічні та бактеріологічні властивості визначають шляхи безпечного поводження з цією часткою.

**Метою** роботи було визначити вплив сміттесортування на морфологічні, фізико-хімічні та бактеріологічні властивості ТПВ для обґрунтування безпечного шляху поводження з неутілізованою частиною ТПВ після сортування.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідженню підлягали ТПВ, що надходять на сміттесортувальну станцію (МСС) ВАТ «Грінко» м.Києва. Морфологічний склад ТПВ визначався у відповідності з [3]. 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 визна-

чення вмісту важких металів проводилася методом сухого озолування – прожарювання їх у муфелі і наступною обробкою розчином азотної кислоти відповідно до [4].

Мікробіологічні показники включали визначення: ЗМЧ при 22<sup>0</sup>С та 37<sup>0</sup>С, індекс ЛКП, Індекс E.Coli, наявність патогенної мікрофлори. Дослідження проводили за [5].

**Результати досліджень.** Сміттесортувальна станція ТОВ «Грінко» (м. Київ) використовує французьке обладнання, розраховане на сортування «сухих» відходів. Переробка ТПВ здійснюється в день доставки сміття. Фракції відходів відбираються вручну. За даними МСС відсортовуються 10-20% відходів. На момент дослідження виділенню підлягали: металобрухт, тетрапак, макулатура, ПЕТФ-пляшка, поліпропілен; полістирол, поліетилен, склобій.

Були досліджені зразки ТПВ до і після сортування. Вихідні ТПВ відбиралися в приймальному бункері. Неутілізована частина відходів є сумішшю, що складається з дрібної фракції, яка відбирається перед конвеєром і відходів, що залишаються після конвеєра.

У таблиці 1 представлені середньорічні дані фракційного складу ТПВ до і після сортування.

Як видно з таблиці, у складі ТПВ преважують 3 фракції: папір та картон, харчові відходи та полімерні матеріали. Папір та картон представлені головним чином тетрапакетами, значно менше в складі ТПВ знаходиться канцелярського та газетного паперу, епізодично зустрічаються картонні упаковки. Треба відзначити, що частина паперу вже розмокає і не може бути відсортована. Вона переходить у неутілізований залишок.

У категорію харчові відходи потрапляють тільки ті відходи, які мають розміри в діаметрі більше 15 мм. Це залишки овочів і фруктів.

Таблиця 1. Середній вміст компонентів ТПВ до и після сортування (n=12).

Компонент, %	Несортовані ТПВ	Неутилізований залишок
	M±m	M±m
Папір та картон	15,90±3,80	8,08±3,58
Харчові відходи	18,85±10,85	9,55±3,44
Пластмаси	5,27±2,01	1,03±0,75
Поліетилен	11,70±1,90	9,68±3,43
Метали	3,63±1,18	0,50±0,10
Скло	5,00±2,35	1,23±0,85
Текстильні матеріали	6,03±2,59	6,75±1,00
Кожа, гума	2,70±0,47	3,15±0,53
Нерозсортований залишок	31,60±7,40	55,7±7,1

Іноді до цієї категорії відносять ще й так звані «садові відходи» або «рослинні відходи», тобто листя, гілки та ін. Серед полімерних матеріалів превалюють ПЕТ-пляшки і поліетиленова упаковка. Саме ці матеріали мають відносно великий об'єм при незначній масі і обумовлюють низьку щільність ТПВ. Метали представлені переважно сталевими банками з-під побутової хімії та консервними банками і кришками. Серед скла зустрічалися крім пляшок з-під пива та аптечних пляшечок, віконний склобій та лампи розжарювання. Шкіра і гума – взуття та сумки і т.д. становили найменш значиму частину відходів. Також епізодично нами були виділені керамічні відходи. Високий вміст нерозсортованого залишку, який переважно складається з харчових відходів, значно знижує ефективність сортування.

У неутилізованій частині ТПВ після сортування частка паперу та картону зменшується до 5-10%, практично повністю вилучаються ПЕТ-пляшки та металеві банки. За візуальними спостереженнями основна

маса неутилізованої частини ТПВ являє собою суміш поліетиленових пакетів, перекладених гниючими харчовими відходами з великими вкрапленнями комерційно непривабливих матеріалів (наприклад, на момент дослідження – текстильні матеріали).

Таким чином, в процесі сміттєсортування частково вилучаються полімерні вироби, папір та картон. В неутилізованій частині відзначається мінімальний вміст металобрухту та брухту скла. Неутилізована частка ТПВ після сортування (ТПВС) складається з харчових відходів, мілких фракцій (папір, картон, скло, змет, листя тощо) та фракцій, які в теперішній час не мають комерційного збуту (поліетиленові пакети після харчових продуктів та ін.).

ТПВ містять у своєму складі небезпечні хімічні речовини, такі як елементи живлення та ін., а також бактеріально забруднені.

Результати фізико-хімічних досліджень ТПВ до і після сортування представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати фізико-хімічних досліджень ТПВ до і після сортування, (n=12).

Показник	Кларк (за О.П. Віноградовим)	ГДК в ґрунті, мг/кг	Несортовані ТПВ, M±m	Неутилізований залишок, M±m
Щільність, кг/м <sup>3</sup>			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

Показник	Кларк (за О.П. Віноградовим)	ГДК в ґрунті, мг/кг	Несортовані ТПВ, М±m	Неутилізований залишок, М±m
% вміст органічних речовин			57,96±4,15	64,06±7,45
Свинець, мг/кг	10	32	0,73±0,32	0,068±0,02
Мідь, мг/кг	20	55	62,57±35,06	72,42±31,09
Цинк, мг/кг	50	100	73,743±23,43	93,41±20,69
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
Марганець, мг/кг	850	-	50,35±14,13	58,92±12,99
Кадмій, мг/кг	0,5		0,18±0,08	0,60±0,22

З даних таблиці 2 випливає, що ТПВ мають слабокислу реакцію, вологість 30-45%, вміст мінеральних речовин становить близько 40%. Важкі метали визначаються в концентраціях, характерних для полігонів ТПВ [6].

В процесі сміттесортування щільність відходів збільшується з 210-300 кг/м<sup>3</sup> до 350-450 кг/м<sup>3</sup>; вологість – на 10-15%, частка органічних відходів підвищується з 50-60% до 65-80% через переважне вилучення при сортуванні неорганічних компонентів. В процесі сміттесортування у складі ТПВ знижується вміст важких металів (свинець, кобальт, нікель, кадмій) і навпаки реєструється деяке

підвищення вмісту цинку, міді та марганцю, що обумовлено підвищенням частки харчових та рослинних відходів в структурі ТПВ. В неутилізованій частині ТПВ вміст важких металів (свинець, кадмій, нікель, кобальт) на відміну від нативних ТПВ не перевищує їх кларки та ГДК у ґрунті. Перевищення кларків в неутилізованій частині ТПВ після сортування зареєстровано для міді (до 8 разів), цинку (до 2 разів); ГДК – для міді (до 3 ГДК) та цинку (до 1,2 ГДК).

У таблиці 3 представлені результати бактеріологічного аналізу проб відходів сміттесортувальної станції до і після сортування.

Таблиця 3. Результати санітарно-бактеріологічних досліджень ТПВ до і після сортування.

Показник	Несортовані ТПВ	Неутилізований залишок
ЗМЧ, КУО/г (t-37 <sup>0</sup> )	2,9×10 <sup>6</sup>	1,1×10 <sup>6</sup>
ЗМЧ, КУО/г (t-22 <sup>0</sup> )	1,7×10 <sup>7</sup>	1,5×10 <sup>7</sup>
Індекс ЛКП	>2,4×10 <sup>6</sup>	>2,4×10 <sup>6</sup>
Індекс E.Coli	>2,4×10 <sup>6</sup>	>2,4×10 <sup>6</sup>
Патогенна мікрофлора, В т.ч. сальмонели)	Не виявлені	Не виявлені

Як видно з таблиці 3, всі зразки ТПВ мало відрізнялися за бактеріологічними показниками. Для всіх проб характерно високе загальне мікробіологічне обсіменіння – кілька мільйонів КУО в 1 г. У всіх зразках виявлено значну кількість термофільних бактерій 1,4×10<sup>5</sup> – 1,5×10<sup>7</sup> КУО / г, що вказує про наявність органічних речовин у зразках. Показники фекального забруднення – БГКП,

ЛКП також характеризують досліджувані проби як забруднені. Патогенні бактерії не виявлені.

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

### Висновки

1. У процесі сміттесортування збільшується щільність і вологість відходів, вилучаються переважно неорганічні компоненти, що призводить до збільшення частки органічних відходів у середньому на 6%. У складі ТПВ знижується вміст важких металів і навпаки реєструється деяке підвищення вмісту мікроелементів. В неутілізованій частині ТПВ вміст важких металів (свинець, кадмій, нікель, кобальт) на відміну від нативних ТПВ не перевищує їх кларки та ГДК у ґрунті. Бактеріологічні показники в результаті сміттесортування не змінюються.

2. З гігієнічної точки зору сміттесортування позитивно впливає на якість ТПВ, що пов'язано не тільки із зменшенням кількості відходів, а й із змінами морфологічного складу неутілізованої частини ТПВ на більш сприятливий для поховання 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).

3. Для України найбільш перспективним шляхом поводження з неутілізованою частиною ТПВ після сортування є захоронення на полігонах, оскільки такі відходи малопридатні для термічної обробки за рахунок високої вологості, для компостування – через значний вміст речовин, що не піддаються біологічному розкладанню. Для зменшення негативних наслідків функціонування полігонів рекомендується захоронення відходів після глибокого пресування (до щільності природних ґрунтів) у вигляді брикетів на спеціалізованих полігонах.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України « Про відходи» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 36-37, ст.24 Зі змінами, внесеними згідно із Законами N 3073-III (3073-14) від 07.03.2002, ВВР, 2002, N 31, ст.214 N 2290-IV (2290-15) від 23.12.2004, ВВР, 2005, N 6, ст.140 N 1825-VI (1825-17) від 21.01.2010, ВВР, 2010, N 10, ст.107 N 2756-VI (2756-17) від 02.12.2010, ВВР, 2011, N 23, ст.160 N 4731-VI (4731-17) від 17.05.2012, ВВР, 2013, N 15, ст.98 N 5179-VI (5179-17) від 06.07.2012 N 5400-VI (5400-17) від 02.10.2012 N 5402-VI (5402-17) від 02.10.2012 N 5456-VI (5456-17) від 16.10.2012.
2. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування». – Київ: ПРООН/МПВСР, – 2011. – XX с.
3. Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів, затверджені Наказом Мінжитлокомунгоспу України від 16 лютого 2010 р.
4. "Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства", – М., – 1989.
5. "Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы", – М., – 1977.
6. Касимов А.М. Твердые бытовые отходы. Технологии, оборудование. Проблемы и решения / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.М. Коваленко и др. – Харьков, – 2006. – 301 с.

### **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВЛИЯНИЯ МУСОРОСОРТИРОВКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

*Тетенева И.А.*

*Определены морфологические, физико-химические и бактериологические свойства неутілізованной части твердых бытовых отходов (ТБО) после мусоросортировки. Показано, что в процессе мусоросортировки увеличивается плотность и влажность отходов, доля органических отходов повышается в среднем на 6% из-за преимущественного*

удаления неорганических компонентов. В составе ТБО снижается содержание тяжелых металлов и наоборот регистрируется некоторое повышение микроэлементов. В неупотребленной части ТБО после сортировки содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, никель, кобальт) в отличие от нативных ТБО не превышает их кларки и ПДК в почве. Бактериологические показатели ТБО в результате мусоросортировки не изменяются

Определены пути безопасного обращения с неупотребленной частью ТБО после сортировки.

**HYGIENIC ISSUES ON THE IMPACT OF REFUSE SORTING  
ON PHYSICO-CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES  
OF SOLID DOMESTIC WASTE**

*I.A. Teteniova*

*Morphological, physico-chemical, and bacteriological properties of unutilized part of solid domestic waste (SDW) have been determined after refuse sorting. We demonstrated that density and humidity of waste, a part of organic waste increased by 6% on the average due to the primary removal of inorganic components. A content of heavy metals decreases and some increase of microelements is registered in the SDW composition. After sorting in unutilized part of SDW a content of heavy metals (lead, cadmium, nickel, cobalt) doesn't exceed their clarkes and MAC in soil unlike native SDW.*

*The ways for safe handling with unutilized part of the SDW after sorting have been determined.*

Куратор розділу – д. мед. наук, проф. Станкевич В.В.