Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою
екології, ОНС та ЗСЖ
к.б.н., доцент
_____Ольга МЕДВЕДЄВА
“___“ _____2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему

“Вдосконалення системи управління відходами на рівні окремих домогосподарств ”

Виконала здобувач вищої освіти
_II_курсу, групи _ЕО 22 М__
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Віктор МЕЛЬНІЧЕНКО
«____»_____2024 р.
Керівник роботи
к.б.н., доцент
_____Ольга МЕДВЕДЄВА
«_____»_____2024 р.

Рецензент
_____Микола КОВАЛЬОВ
«_____»_____2024 р.

м. Кропивницький, 2024

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет_____агротехнічний_____
Кафедра Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя
Рівень вищої освіти_____магістр_____
Галузь знань ____10 – Природничі науки_____
Спеціальність _____101 - екологія_____
Освітньо-професійна програма _____Екологія_____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____Ольга МЕДВЕДЄВА

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____Мельниченко Віктор Анатолійович_____
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи
Вдосконалення системи управління відходами на рівні окремих домогосподарств

2. Керівник роботи
_____Медведєва Ольга Володимирівна, к.б.н., доцент_____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 05.01.2024_____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета роботи:
Розробка заходів щодо вдосконалення існуючої системи управління побутовими відходами на рівні окремих домогосподарств.

Завдання:
- аналіз існуючої системи управління побутовими відходами в Україні і світі
- вивчення досвіду інших країн по зменшенню обсягів відходів на рівні споживачів
- дослідження рівня обізнаності населення з питання управління відходами
- дослідження можливості компостування органічних відходів в умовах окремих домогосподарств;
- надання рекомендацій стосовно вдосконалення системи управління побутовими відходами

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Медведєва О.В.		
Економічна частина	Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Огляд літератури Розділ 6. Охорона праці	До 10.11.2023	
2	Розділ 2. Технологія компостування органічних побутових відходів	До 20.11.2023	
3	Розділ 3. Методика дослідження	До 25.11.2023	
4	Розділ 4. Результати досліджень Розділ 5. Економічна частина	До 20.12.2023	
5	Вступ, список літератури, висновки	До 28.12.2023	
6	Оформлення роботи і презентації	До 4.01.2024	

Дата видачі завдання «5» вересня 2023 р.

Підпис керівника

_____ _____

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання «____» _____2023 р.

Підпис здобувача

_____ _____

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Квалфікаційна робота на тему «Вдосконалення системи управління відходами на рівні окремих домогосподарств»

Випускна кваліфікаційна робота виконана на 68 сторінках, містить рисунків, таблиць, літературних джерел, додатків.

Об’єктом дослідження є система утилізації відходів на рівні окремих домогосподарств.

Метою дослідження є розробка заходів щодо вдосконалення існуючої системи управління побутовими відходами на рівні окремих домогосподарств, а саме компостування органічних відходів.

У вступі розкривається актуальність теми, мета і задачі дослідження.

У першому розділі зроблено огляд літератури за темою дослідження.

У другому розділі наведено характеристику відходів від домогосподарств та шляхи поводження з ними.

У третьому розділі наведено методику дослідження.

У четвертому розділі наведено результати дослідження.

У п’ятому розділі розглянуто економічну доцільність розроблених заходів.

Шостий розділ містить охорону праці.

У висновках наведені результати магістерської роботи.

ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ, КОМПОСТУВАННЯ, УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1. Аналітичний огляд ……..

1.1. Стратегії та політика управління відходами на світовому рівні…….. 9

1.2. Утворення відходів у світі і в Україні ……. 13

1.3. Приклади успішної реалізації моделей управління відходами на рівні домоволодінь у різних країнах…….. 16

1.4. Міжнародні законодавчі акти у сфері поводження з відходами.

1.5. Огляд законодавства України щодо управління відходами……

1.6. Технологічні інновації та розумні рішення в управлінні відходами……

1.7. Роль окремих домогосподарств у системі управління відходами……..

2. Характеристика відходів від домогосподарств та шляхи поводження з ними……. 30

3. Методи дослідження…….. 37

3.1. Мікробіологічні процеси в ЕМ-компостері……... 42

3.2. Вплив аеробних умов на процес компостування……. 43

3.3. Вплив анаеробних умов на процес компостування…… 45

Розділ 4. Результати дослідження …….. 47

Розділ 5. Еколого-економічна ефективність компостування органічних відходів на рівні окремих домогосподарств……. 53

Розділ 6. Охорона праці……

6.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути під час переробки відходів, що утворилися на рівні окремих домогосподарств……

6.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці……
6.3. Розробка заходів з пожежної профілактики.
ВИСНОВКИ
Список літератури
Додатки

ВСТУП

Актуальність теми

Зростання населення та збільшення урбанізації супроводжуються збільшенням обсягу побутових відходів. Це створює безсумнівні екологічні проблеми, такі як переповнення звалищ і негативний вплив на природні ресурси.

Побутові відходи можуть містити небезпечні речовини, які, якщо неправильно управляти, можуть призвести до забруднення ґрунту, води та повітря. Це впливає на екосистеми та здоров'я людини.

Наявні системи управління відходами часто неефективні, що призводить до втрати цінних матеріальних ресурсів. Удосконалення системи може сприяти відновленню та повторному використанню ресурсів, що важливо для збалансованого використання економічних ресурсів.

Недотримання правил управління відходами може становити загрозу для громадського здоров'я. Поширення інфекцій та захворювань через неадекватне управління відходами є серйозною проблемою.

Сучасні технології надають нові можливості для ефективного управління відходами. Застосування цифрових технологій та смарт-рішень відкриває двері для інновацій у сфері управління відходами.

Глобальні ініціативи зі стійкості, такі як Цілі сталого розвитку ООН, включають цілі щодо поліпшення управління відходами. Це ставить перед країнами та суспільствами виклик розробки ефективних стратегій на рівні домоволодінь.

Також зростає свідомість суспільства з питань екології та стійкості. Люди стають більш відповідальними та очікують, що системи управління відходами відповідатимуть сучасним стандартам.

Удосконалення системи управління відходами може принести економічну вигоду у вигляді зниження витрат на утилізацію, повторне використання матеріалів та створення нових робочих місць.

Кругова економіка, орієнтована на зменшення відходів і повторне використання ресурсів, стає ключовим напрямком розвитку, що акцентує важливість управління відходами на рівні домоволодінь.

Суворі закони та нормативи в галузі управління відходами ставлять перед суспільством та органами влади завдання щодо пошуку та впровадження ефективних рішень на рівні домоволодінь.

Усі ці чинники підкреслюють актуальність дослідження та вдосконалення системи управління відходами на рівні окремих домоволодінь.

Мета роботи:

Розробка заходів щодо вдосконалення існуючої системи управління побутовими відходами на рівні окремих домогосподарств, а саме компостування органічних відходів.

Завдання:

- аналіз існуючої системи управління побутовими відходами в Україні і світі;

- вивчення досвіду інших країн по зменшенню обсягів відходів на рівні споживачів;

- дослідження рівня обізнаності населення з питання управління відходами;

- дослідження можливості компостування органічних відходів в умовах окремих домогосподарств;

- надання рекомендацій стосовно вдосконалення системи управління побутовими відходами.

Об’єкт і предмет дослідження

Об’єктом дослідження є система утилізації відходів на рівні окремих домогосподарств.

Предметом дослідження є компостування органічних відходів.

Наукова новизна роботи полягає в розробці і експериментальному дослідженні процесу компостування органічних побутових відходів в ЕМ-компостерах з використанням мікробіологічних препаратів.

Практична цінність: результати роботи можуть бути використані при розробці заходів щодо вдосконалення системи управління побутовими відходами.

Особистий внесок здобувача в наукові дослідження. Викладені в роботі результати отримано автором самостійно.

Апробація результатів роботи. Основні положення випускної кваліфікаційної роботи доповідалися на круглому столі «Екологічні проблеми сучасності», проведеному на кафедрі екології, ОНС та ЗСЖ ЦНТУ 30.11.20223 р..

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковно статтю: В. Мельніченко. Управління відходами на рівні домогосподарств. Збірник праць молодих науковців ЦНТУ Вип. 14, 2024 р., С.67-69.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Стратегії і політика управління відходами на світовому рівні

З існуванням перших представників людства виникли й відходи, проте на той час вони не становили загрози довкіллю. Люди вживали продукти безпосередньо після їх зібрання, не використовуючи ні пакування, ні рекламу. Залишки від споживання використовувалися як добриво для ґрунту, і природа успішно переробляла їх завдяки бактеріям, воді, повітрю і сонячному світлу.

Тенденція збільшення побутових залишків у світі практично залишилась незмінною від перших днів людства і складає в середньому 2,3 кг на добу на кожну людину. Проте із зростанням чисельності населення, розвитком промислового виробництва та зміною у культурі споживання, відходи почали ставити під загрозу існування планети.

Нагромаджуючись, сміття формує величезні сміттєзвалища, які поширюються на все більші території і втрачають придатність для подальшого використання. Крім того, через підземні води відходи потрапляють у водойми, що призводить до їх забруднення та отруєння.

Організації, такі як Організація Об'єднаних Націй (ООН), затвердили Цілі сталого розвитку, включно з метою 12 "Відповідальне споживання і виробництво". У цьому контексті світові стратегії включають у себе скорочення обсягів відходів, повторне використання матеріалів і забезпечення сталого споживання [3].

Світові стратегії управління відходами стають більш орієнтованими на кругову економіку. Цей підхід передбачає максимальне повторне використання і переробку ресурсів, щоб мінімізувати відходи.

Міжнародна конвенція з контролю за переміщенням небезпечних відходів (Базельська конвенція) регулює транскордонне переміщення відходів та їх управління. Це важливий момент у стратегіях запобігання перенесення проблеми відходів у країни, що розвиваються.

Деякі країни і компанії прийняли стратегію "Zero Waste", ставлячи перед собою амбітну мету повного усунення відходів. Це включає в себе посилені заходи з переробки, відновлення та повторного використання відходів.

Економіка замкненого циклу, також відома як циркулярна економіка, представляє собою нову модель світового економічного розвитку, яка базується на відновленні та раціональному використанні ресурсів. Ця модель є альтернативою традиційній лінійній економіці і відзначається створенням нових економічних підходів з метою мінімізації негативного впливу людей на навколишнє середовище [8].

Основна ідея економіки замкненого циклу полягає в зміні класичної лінійної моделі виробництва. Замість акценту на продуктах і послугах, які генерують велику кількість відходів та забруднень, ця модель спрямована на створення таких продуктів і послуг, які мінімізують відходи та інші форми забруднення (рис.1).



Рис.1. Порівняння лінійної економіки і економіки замкненого циклу

Економіка замкненого циклу розглядається як ключовий компонент Четвертої промислової революції. В рамках цієї революції передбачається підвищення раціональності використання ресурсів, включаючи природні ресурси. Очікується, що економіка стане більш прозорою і передбачуваною, а розвиток її буде швидким і системним.

Ієрархія управління відходами представляє собою систему класифікації методів та операцій обробки відходів відповідно до їхнього впливу на природне середовище. Ця ієрархія спрямована на досягнення цілей економіки замкненого циклу і визначає ієрархічність методів управління відходами від найбільш бажанішого до найменш бажаного. В існуючих ієрархіях можна виділити різні рівні, включаючи 3-, 7- та 10-ступеневі. (рис.2)

Наприклад, найбільш бажаним методом є повторне використання для запобігання утворенню відходів. Після нього іде рециклінг, включаючи компостування, потім відновлення енергії. У такій ієрархії складування відходів на полігони розглядається як небажаний і крайній метод.

У "Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року" зазначена європейська 5-ступенева ієрархія управління відходами, яка стала основою для визначення пріоритетів в управлінні відходами в Україні (рис.2)

Згідно зі Стратегією, заплановано, що до 2030 року не менше 50% відходів будуть іти на перероблення. Також має залишитись 300 полігонів, які будуть переобладнані у відповідності до європейських вимог (на сьогодні діє близько 6000 звалищ).

Законодавство Європейського Союзу, що регулює сферу відходів, також визначає конкретні мети стосовно збільшення переробки різних видів відходів, таких як електронне обладнання, транспортні засоби, що вийшли з ладу, акумулятори, будівельні та демонтажні відходи, побутові відходи та упаковка, а також зменшення кількості біорозкладних відходів, які зберігаються на сміттєзвалищах.



Рис. 2. Ієрархія управління відходами.

Світові стратегії управління відходами акцентують увагу на інноваційні технології. Використання сенсорів, збір даних і системи розумного управління стають ключовими елементами в підвищенні ефективності систем.

Великі світові корпорації переглядають свої стратегії виробництва з урахуванням екологічної стійкості, а саме використання більш стійких матеріалів і процесів, які створюють менше відходів [4].

Важливою частиною світових стратегій є освіта та зміна споживчих звичок. Програми з роз'яснення важливості правильного управління відходами допомагають створювати екологічно відповідальну поведінку.

Світові стратегії включають в себе використання фінансових механізмів, таких як податки на відходи або стимули для компаній, з метою стимулювати стійкі практики.

1.2. Утворення відходів у світі і в Україні

Кожного року зростає кількість побутових відходів, причому як в цілому у світі, так і зокрема в Україні. Зараз утворення відходів в розрахунку на рік становить 2 млрд тонн побутових відходів (світовий рівень), але ця цифра збільшується з кожним роком. Як прогнозує Світовий банк, до 2030 року кількість відходів може вирости до 2,58 млрд т, а до 2050-го — до 3,77 млрд т.

У країнах Європи на кожного мешканця припадає використання 16 тонн матеріальних ресурсів щорічно, із яких 6 тонн перетворюються на відходи. Навіть при тенденції постійного вдосконалення відносно управління відходами у Європейському союзі, економіка регіону втрачає значну кількість потенційно використовуваної "вторинної сировини", такої як метали, дерево, скло, папір, та пластик, які складають велику частину відходів. У 2010 році об'єм виробництва відходів в ЄС становив 2,45 мільярда тонн, а у 2016 році цей показник зрос на 2,54 мільярда тонн. Лише обмежена частка цих відходів (36%) пройшла переробку, інша частина була знищена або спалена, не використовуючись повторно або не підлягаючи переробці, при тому, що приблизно 600 мільйонів тонн можна було б використати повторно чи переробити. На даний момент в середньому кожна людина в Європі створює половину побутових відходів, і лише 40% цих відходів повторно використовуються або переробляються, при тому, що в деяких країнах понад 80% відходів все ще закінчують свій шлях на сміттєзвалищах (Рис.3).

Перетворення відходів на ресурс є ключовим аспектом рециклічної економіки. Заплановані завдання та цілі в європейському законодавстві виступають як важливий стимул для покращення управління відходами, сприяючи інноваціям у їх переробці, обмеженню сміттєзвалищ та створенню стимулів для зміни споживчої поведінки. Коли відходи піддаються переробці, повторно використовуються та використовуються у інших галузях, можна перейти до більш циклічної економіки, в якій відходи ефективно та постійно використовуються шляхом надійних методів [2].

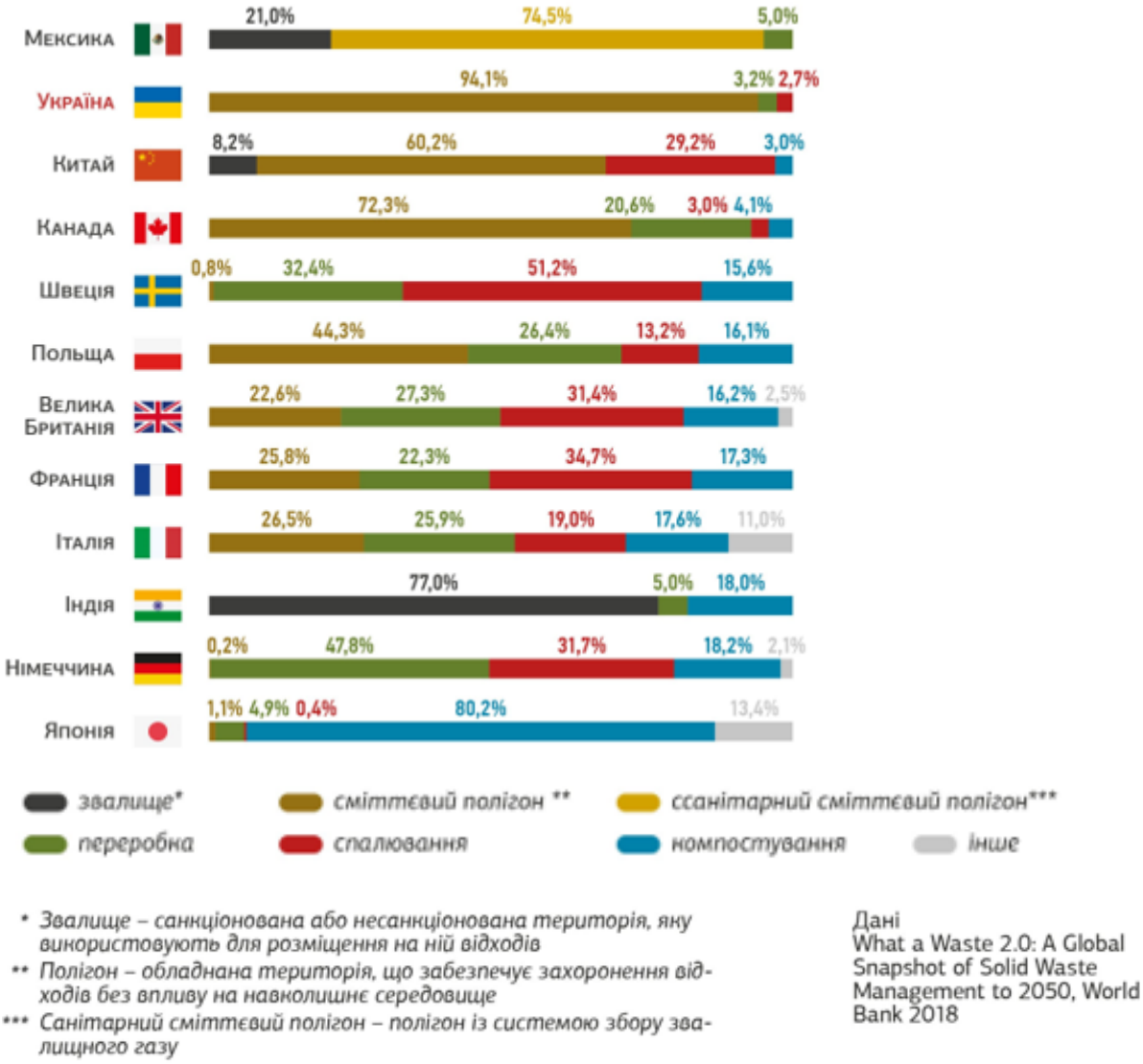


Рис.3. Поводження з відходами у різних країнах світу

В Україні проблема відходів є масштабною і важливою через перевагу ресурсоємних багатовідходних технологій у національній економіці та відсутність відповідної реакції на ці виклики протягом тривалого періоду. Розгалужена система використання ресурсів та енергетично-сировинна спеціалізація національної економіки разом із застарілою технологічною базою призводять до високого рівня утворення та накопичення відходів.

Значні обсяги накопичених в Україні відходів та відсутність ефективних заходів, спрямованих на запобігання їх утворенню, перероблення, утилізацію,

знешкодження та екологічно безпечне видалення, поглиблюють екологічну кризу і стають гальмівним фактором розвитку національної економіки. Таким чином, втрачається великий ресурсний потенціал, а екологічна ситуація стає ще більш небезпечною.

Менеджмент відходів в Україні характеризується декількома ключовими тенденціями:

- Зростаюче накопичення відходів у промисловості та побутовому секторі, що має негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

- Неналежна утилізація та видалення небезпечних відходів.

- Розміщення побутових відходів без врахування можливих небезпечних наслідків [5].

- Недостатній рівень використання відходів як вторинної сировини через недосконаліть організаційно-економічних підходів до їхнього використання у виробництві.

- Неефективність економічних інструментів, впроваджених у сфері управління відходами [11].

Відсутність ефективного контролю призводить до масового формування нелегальних смітників та численних порушень законодавства у сфері обробки небезпечних відходів. Без роздільного збирання побутових відходів практично немає вирішення проблеми поводження з небезпечними відходами, які знаходяться у складі побутового сміття.

Україна стикається із низьким рівнем перероблення та утилізації твердих побутових відходів, а також високим рівнем їх захоронення на полігонах, багато з яких переповнені і не відповідають екологічним та санітарним стандартам [15]. Це призвело до накопичення понад 30 мільярдів тонн відходів в Україні, а їх обсяги щорічно зростають. Поширена практика обробки відходів в Україні не відповідає сучасним вимогам, оскільки не забезпечує скорочення обсягів утворення відходів, їх переробку та повторне

використання, а також переробку значних обсягів вже наявних відходів. Ця проблема є серйозним викликом національному рівню [20].

Розв'язання проблеми управління відходами в Україні як частини державної екологічної політики передбачено шляхом досягнення Цілі Сталого Розвитку 12 "Відповідальне споживання та виробництво".

Серед 17 цілей, затверджених на Саміті Організації Об'єднаних Націй зі сталого розвитку у 2015 році, ця ціль визначається як одна з ключових.

Для досягнення Цілі Сталого Розвитку 12 в Україні до 2030 року передбачено зменшення частки відходів, які захоронюються на сміттєзвалищах, до 35,0% від загального обсягу відходів.

Досягнення цієї Цілі Сталого Розвитку в частині відходів передбачає використання інноваційних технологій, як це визначено національним завданням 12.4 "Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв".

Відмінність ситуації з відходами в Україні не обмежується лише великими обсягами їх утворення, але й у відсутності відповідної інфраструктури для їхнього оброблення. У країнах з розвиненою економікою наявність такої інфраструктури вважається обов'язковою умовою.

1.3. Приклади успішної реалізації моделей управління відходами на рівні домоволодінь у різних країнах

Японія успішно впровадила систему обов'язкового сортування побутових відходів на рівні домоволодінь. Громадяни поділяють відходи на категорії, включно з пластиком, папером, склом та органічними відходами. Така система дає змогу ефективно переробляти і повторно використовувати матеріали.

У Німеччині діє ефективна система повернення та переробки пакувальних матеріалів. Громадяни можуть здавати пластикові пляшки та скляні контейнери в спеціальні автомати, отримуючи натомість невелику

грошову компенсацію. Це заохочує активну участь населення в процесі переробки.

Швеція успішно використовує відходи для виробництва енергії. Відходи спалюють у спеціальних установках, генеруючи тепло та електроенергію. Такий підхід знижує обсяг відходів, спрямовуючи їх на виробництво енергії.

США (місто Сан-Франциско)

Сан-Франциско зробив кроки з досягнення "нульового відходу" шляхом впровадження системи обов'язкового перероблення та компостування. Жителі беруть активну участь у сортуванні відходів, а місто надає відповідну інфраструктуру та освіту.

У деяких містах Південної Кореї впроваджено систему, за якої жителі оплачують за мішки з відходами. Це заохочує економічне використання сміттєвих контейнерів і знижує обсяг відходів, що відправляються на звалище.

Ці приклади демонструють різноманітність моделей управління відходами, успішно реалізованих на рівні домоволодінь, і наголошують на важливості поєднання інновацій, освіти та соціальної взаємодії для досягнення високої ефективності в управлінні відходами [2].

Бельгійці відомі своєю відданістю роздільному збору відходів. Ця країна впроваджує концепцію "чіткості сміттєвих відходів". У містах, таких як Брюссель, громадяни розділяють відходи на п'ять фракцій, включаючи пластик, скло, папір, органічні та залишки. Такий підхід сприяє вищому рівню вторинної переробки та зменшенню впливу на довкілля.

Австрійці вдалим чином поєднують виробництво енергії та обробку відходів. Біогазові установки використовують органічні відходи для виробництва електроенергії та тепла. Приклад — установка у місті Грац, де відходи перетворюються на біогаз, що живить електростанцію.

Фінляндія відзначається активною участю бізнес-сектору в управлінні відходами. Компанії, такі як Nokia та UPM, використовують власні відходи як вихідний матеріал для нового виробництва. Наприклад, Nokia відновлює та використовує матеріали зі старих телефонів для виробництва нових.

Люксембург акцентує увагу на ефективному використанні ресурсів. Інноваційні технології в обробці відходів спрямовані на зменшення кількості сміття та використання його у відновлювальних енергетичних проектах.

Італія вивчає та впроваджує програми для стимулювання відновлювальних енергетичних проектів. В одному з проектів у Мілані сміття перетворюється на біопаливо, яке використовується для газопостачання міста.

Швеція є прикладом країни, яка активно працює над концепцією "без відходів". Тут відходи стають ресурсами — 99% сміття переробляється або використовується для виробництва енергії. Це досягається завдяки розширеним програмам з роздільного збору та великим інвестиціям у технології вторинної переробки.

У Нідерландах акцент на стійке використання ресурсів. Тут розвивають системи обміну та вторинної упаковки, такі як проєкт Loop, де продукти можна повертати в магазин у вторинній упаковці.

Ці приклади свідчать про різноманітність підходів, які успішно використовуються країнами Європи для управління побутовими відходами та досягнення сталого розвитку.

Україна потрапляє до першої десятки світових лідерів за обсягами твердих відходів, це вказують дослідження американського агентства 24/7 Wall Street.

За даними Держстату, річна кількість відходів в Україні становить до 500 мільйонів тонн, з яких 76% — виробничі, 18% — вторинні, 2% — від сільськогосподарської діяльності і 2% — побутові (близько 12 мільйонів тонн). Сортується лише 5% побутових відходів, ще 1% спалюється на заводі "Енергія" у Києві, тоді як 94% завалюється на звалища, яких в Україні десятки тисяч [1].

На душу населення Канада є лідером з показником 36 тонн, але і в України цей показник високий — 10,6 тонн. В середньому по ЄС припадає 4,9 тонн.

У Канаді переробляють 20% відходів, в Україні лише 3%, що вдесятеро менше, ніж в Швеції.

Зростає кількість нелегальних звалищ в Україні, останнім роком їх зафіксовано понад 2,1 тисячі. Низькі витрати на офіційне захоронення (2 євро за 1 тонну) порівняно з європейськими стандартами (20-30 євро) стимулюють таку практику.

1.4. Міжнародні законодавчі акти у сфері поводження з відходами.

Основними міжнародними документами, які регламентують поводження з відходами і які Україна має впровадити у національне законодавство є Директиви Європейського Союзу.

Директиви ЄС - це один із видів законодавчих актів Європейського Союзу, що встановлюють певні цілі або політику щодо того чи іншого питання, які повинні досягти всі країни ЄС. Зокрема, Директиви визначають конкретний результат у визначеній сфері, але при цьому залишаючи відкритим вибір методів для органів влади конкретної країни.

Отже, українське законодавство не повинно лише повторювати положення Директив, а в першу чергу має визначати конкретні механізми їх реалізації. Директиви встановлюють мінімальні стандарти, які повинні застосовуватися на національному рівні. Однак кожна держава має право впроваджувати більш жорсткі заходи, якщо вони не суперечать основним принципам ЄС.

Узагальнено, досягнення цілей та завдань у галузі відходів, встановлених законодавством Європейського Союзу, є важливим елементом поліпшення сфери управління відходами, стимулювання інновацій у їх переробці, обмеження сміттєзвалищ та формування стимулів для зміни споживацької поведінки.

Основні стандарти управління відходами, що містяться в Директивах Європейського Союзу та які Україна прийняла для впровадження в

національне законодавство, націлені на захист навколишнього середовища від негативних наслідків антропогенної діяльності.

Однією з ключових директив, вимоги якої має виконати Україна, є Директива № 2008/98/ЄС про відходи. Цей документ також відомий як Рамкова директива про відходи і встановлює межі та стандарти для подальшого законодавства у цій галузі та охоплює всі типи відходів.

Документ містить характеристику основних термінів, таких як "відходи", "переробка відходів" тощо. Також в ньому закладені ключові принципи поводження з відходами, зокрема "ієрархія пріоритетів поводження з відходами". Згідно з цим принципом, перевага надається запобіганню утворенню відходів, повторному використанню та переробці перед спалюванням та захороненням на сміттєзвалищах.

Також, директива впроваджує принципи "забруднювач платить" і "розширеної відповідальності виробника" (рис. 4). Згідно з принципом "забруднювач платить", особа, що забруднює довкілля, несе відповідальність за ліквідацію забруднення. Принцип "розширеної відповідальності виробника" визначає, що виробник відходів або товарів, що утворюють відходи, несе витрати на їхню утилізацію.



Рис.4. Реалізація принципу «забруднювач платить»

Застосування цих принципів сприятиме екологічності продукції та виробництва, мінімізації негативного екологічного впливу та розвитку систем вторинної переробки.

Директива № 1999/31/ЄС, що стосується захоронення відходів, дотримується принципів ієрархії пріоритетів управління відходами. Згідно цій ієрархії, захоронення відходів на сміттєзвалищах розглядається як останній та найменш бажаний захід, і його застосування повинно обмежуватися до абсолютно необхідного мінімуму.

У випадках, коли виявляється необхідність у захороненні відходів, вони повинні бути направлені на сміттєзвалища, які відповідають всім вимогам, визначеним у Директиві 1999/31/ЄС. Основною метою цієї Директиви є уникнення або максимальне зменшення негативного впливу на довкілля, зокрема на поверхневі та ґрунтові води, повітря, а також на здоров’я людей, який може виникнути внаслідок захоронення відходів. Це досягається введенням жорстких технічних вимог до відходів та самих сміттєзвалищ.

1.5. Огляд законодавства України щодо управління відходами

Законодавство України в галузі управління відходами охоплює низку актів, що регулюють збирання, оброблення, утилізацію та контроль за відходами. Розглянемо основні нормативні акти та їхні особливості.

Основні законодавчі акти:

Закон України "Про відходи" (№ 187/98-ВР)

Цей нормативний документ містить як сильні, так і слабкі сторони.

Сильні сторони:

Визначення категорій відходів. Закон чітко класифікує відходи, що полегшує їх управління. Принципи "загальної відповідальності" та "розширеної відповідальності". Виробники товарів із зайвою упаковкою мають нести відповідальність за утилізацію упаковки.

Слабкі сторони:

- відсутність ефективних механізмів контролю над виконанням закону.

- недотримання вимог до управління відходами тягне за собою складні та не завжди справедливі штрафи.

Закон України "Про державні публічні фінанси" (№ 2542-VI):

Сильні сторони:

Закон забезпечує можливість фінансування заходів щодо зменшення негативного впливу відходів на довкілля.

Слабкі сторони:

Не завжди чітко зрозуміло звідки брати гроші для реалізації програм з управління відходами.

В Україні законодавство у сфері управління відходами складається не тільки з Закону "Про відходи" та "Про державні публічні фінанси", але із ряду інших актів, що регулюють різні аспекти цієї проблематики.

Закон України "Про відновлювану енергію" (№ 555-IV)

Закон сприяє використанню відновлюваних джерел енергії, включаючи біомасу, в якій можуть бути використані деякі види відходів.

Даний нормативний документ призначений для заохочення розвитку відновлюваної енергетики на основі переробки відходів.

Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку здійснення господарської діяльності з утилізації та переробки відходів" визначає порядок утилізації та переробки відходів, включаючи ліцензування і контроль. В перспективі це має призвести до створення правового механізму для регулювання діяльності з утилізації та переробки відходів.

Закон України "Про охорону атмосферного повітря" (№ 2707-VIII) нормує викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що може бути пов'язано зі спалюванням відходів. Це в перспективі має привести до зменшення негативного впливу процесів знищення відходів на стан атмосфери.

Україна взяла на себе зобов'язання перед ЄС щодо вирішення питань управління відходами, згідно з вимогами Директиви 2006/21/ЄС від 15.03.2006 і Директиви 2004/35/ЄС.

Поза міжнародними зобов'язаннями важливо усвідомлювати, що від нашої сучасної поведінки, включаючи управління відходами, залежить майбутнє наступних поколінь. Таким чином, був затверджений Національний план управління відходами до 2030 року розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 № 117.

9.07.2023 року став чинним Закон України "Про управління відходами". Його слід виділити як ключовий регулятор у сфері відходів. Закон впроваджує передові європейські підходи до управління відходами, встановлює стимули для їх переробки та повторного використання, а також розширює відповідальність виробників. Цей акт є базовим для подальших законопроєктів, таких як "Про упаковку та відходи упаковки" та "Про батареї та акумулятори", які планують ухвалити в найближчому майбутньому.

Національний план управління відходами.

Національний план поводження з відходами в Україні спрямований на створення ефективної системи управління відходами, яка відповідає принципам сталого розвитку та міжнародним зобов'язанням. Стратегічне бачення плану визначило пріоритети управління відходами відповідно до екологічних стандартів.

Основні напрями включають розробку та вдосконалення законодавства, що регулює управління відходами, зокрема введення ефективних механізмів контролю та санкцій. Також передбачається розробка інфраструктури для роздільного збору, переробки та утилізації відходів.

План враховує фінансові аспекти, включаючи розробку механізмів фінансування та залучення інвестицій у галузь управління відходами. Також проводяться освітні та інформаційні кампанії для підвищення обізнаності населення.

План встановлює цільові показники та систему моніторингу для обсягів переробки, утилізації та уникнення утворення відходів. Окремий акцент робиться на узгодженість з міжнародними зобов'язаннями та впровадження європейських стандартів у сфері управління відходами.

Ці характеристики відображають сутність та основні напрямки Національного плану поводження з відходами.

Ці законодавчі акти визначають основи управління відходами в Україні, але важливо продовжувати вдосконалювати законодавство та впроваджувати нові стратегії для вирішення викликів управління відходами в сучасному світі (рис. 5).



Рис.5. Перелік законопроектів згідно з Національним планом управління відходами до 2030 року

1.6. Технологічні інновації та розумні рішення в управлінні відходами

Системи розпізнавання образів та штучний інтелект грають важливу роль в автоматизованому сортуванні побутових відходів, що є важливим етапом в їхній подальшій обробці та переробці. Розглянемо докладніше, як ці технології використовуються в цьому контексті.

Системи розпізнавання образів використовують алгоритми та моделі для автоматичного визначення та класифікації об'єктів на зображеннях або відео.

При сортуванні відходів вони можуть ідентифікувати різні матеріали на основі їхнього зовнішнього вигляду. Наприклад, вони можуть розрізняти пластик, скло, метал та інші типи відходів.

Штучний інтелект в сфері управління відходами може використовувати навчання з учителем та без нього для вдосконалення процесу прийняття рішень та адаптації до нових умов.

Алгоритми штучного інтелекту можуть реагувати на зміни в потоці відходів, адаптуючи себе до нових матеріалів чи об'ємів. Вони також можуть забезпечувати роботу системи в реальному часі, сприяючи швидкому та точному сортуванню.

Використання алгоритмів машинного навчання для аналізу побутових відходів та прогнозування їхньої обробки дозволяє оптимізувати процес переробки та планування виробничих потоків.

Велика кількість сенсорів може визначати параметри відходів, такі як розмір, форма, кольори тощо.

Використання високоякісних камер та алгоритмів обробки зображень дозволяє ефективно аналізувати велику кількість образів.

Автоматизовані системи можуть працювати набагато швидше та точніше, ніж ручне сортування, а оптимізація сортування дозволяє ефективніше використовувати вторинні ресурси та зменшити відходи.

Також треба згадати про наступні технічні інновації, які спрямовані на покращення сортування, переробки та утилізації відходів.

Розумні контейнери для сміття з системами виявлення наповнення. Вони використовують сенсори, щоб визначати рівень наповнення контейнерів, і надсилають повідомлення для організації вивезення сміття.

Інтернет речей (IoT) в утилізації відходів включає датчики, вбудовані в сміттєві баки, що визначають типи відходів і допомагають в оптимізації процесу сортування.

Використання Інтернету речей (IoT) для моніторингу відходів є значущим напрямком в сучасних системах управління відходами. IoT дозволяє об'єднати різні пристрої та сенсори, оснащені технологією для передачі даних через Інтернет, створюючи ефективні та інтелектуальні системи.



Рис.6. Схема роботи Інтернету речей.

Основні елементи використання IoT в моніторингу відходів:

Сенсори наповнення контейнерів розташовані в сміттєвих баках і визначають рівень наповнення. Це дозволяє оптимізувати графіки вивезення сміття, зменшуючи час та енергію.

Деякі системи використовують технології, щоб ідентифікувати вид відходів. Наприклад, вбудовані камери та сенсори можуть розпізнавати маркування або характеристики відходів.

Додавання інформації про погоду за допомогою метеорологічних сенсорів може допомогти в управлінні процесами вивезення в разі погіршення погодних умов.

Збір та аналіз даних відбувається за допомогою потужних аналітичних систем, які здійснюють обробку великих обсягів даних в реальному часі, щоб визначити патерни та тренди утворення відходів.

Це полегшує системи звітності та аналізу за рахунок забезпечення доступу до даних через онлайн-платформи для організацій, які відповідають за управління відходами.

Крім того, діє зручна система автоматичних сповіщень для визначених стейкхолдерів (виробників відходів, сміттєвих служб, місцевих органів тощо) в разі перевищення певних параметрів. Інтеграція із геолокаційними системами дозволяє точно визначати розташування контейнерів та оптимізувати маршрути збору.

Використання IoT у сфері відходів дозволяє реалізувати концепцію "розумних міст", де управління відходами стає ефективним, інтегрованим та спрямованим на екологічну сталість (рис. 7).

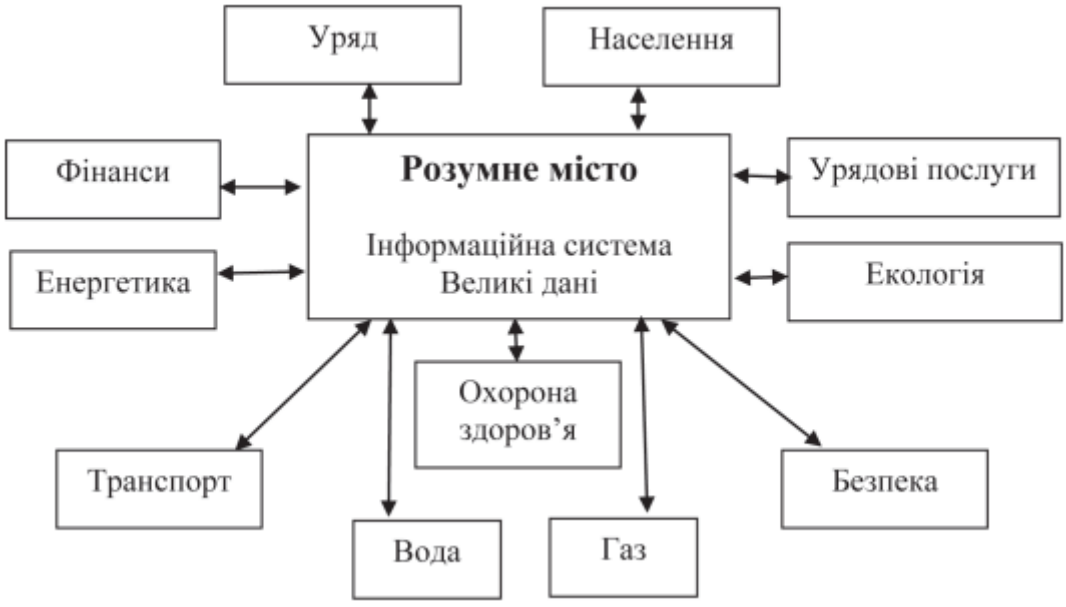


Рис. 7. Багатокомпонентна модель розумного міста

Автоматизовані лінії сортування - роботизовані системи, оснащені комп'ютерним зором та робототехнікою, ефективно сортують відходи на основі їх характеристик та типів матеріалів.

Інтелектуальні системи аналізу вмісту відходів - алгоритми машинного навчання допомагають визначати склад відходів та оптимізують процес їхньої подальшої обробки.

Маркування та відстеження відходів - QR-коди та RFID-технології дозволяють відстежувати рух відходів від утворювачів відходів до місць переробки або захоронення, полегшуючи контроль за їхнім обігом та переробкою.

Електронні платформи для управління відходами - мобільні додатки та онлайн-системи, що сприяють ефективному спілкуванню між виробниками, сортувальниками та тими, хто переробляє відходи.

Ці інновації спрямовані на зменшення відходів, збільшення вторинного використання та поліпшення загального екологічного впливу управління відходами.

1.7. Роль окремих домогосподарств у системі управління відходами

У системі управління відходами окремі домогосподарства відіграють ключову роль, і їхні дії мають значний вплив на ефективність всього процесу управління відходами. Основні аспекти, які слід враховувати.

Роздільний збір різних видів відходів (папір, пластик, скло, органічні відходи) є важливим етапом. Домогосподарства повинні активно приймати участь у цьому процесі.

Налагодження системи екологічної освіти для домогосподарств сприяє збільшенню рівня свідомості та розуміння необхідності відповідального відношення до відходів.

Споживачі можуть допомогти зменшити обсяги відходів, вибираючи менше упакованих товарів та використовуючи більше продуктів з можливістю переробки.

Застосування сучасних технологій для моніторингу та взаємодії із системами управління відходами сприяє зручності та ефективності процесу.

Домогосподарства можуть відігравати роль у розширеній відповідальності виробників, повертаючи певні відходи для подальшої переробки.

Домогосподарства можуть брати участь у програмах рециклінгу, сприяючи переробці матеріалів та створюючи попит на вторинні ресурси.

Таким чином, активна участь окремих домогосподарств у процесах збору, сортування, та відповідального використання відходів є критично важливою для покращення стану системи управління відходами та зменшення їхнього впливу на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ВІД ДОМОГОСПОДАРСТВ ТА ШЛЯХИ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ

Побутові відходи - це сумісно чи роздільно зібрані відходи, що виникають в домогосподарствах. До них можуть входити папір та картон, скло, метали, пластмаси, органічні відходи, деревина, текстиль, упаковка, відходи електричного та електронного обладнання, використані батареї та акумулятори, а також об'ємні відходи, такі як матраци та меблі.

Вони охоплюють і змішані відходи, і окремо зібрані відходи з інших джерел, коли їхні характеристики та склад схожі на відходи, що виникають в домогосподарствах (Рис.8).



Рис. 8. Загальний вигляд побутових відходів

Розпізнання особливостей утворення відходів є ключовою передумовою для розробки та реалізації ефективної системи управління відходами.

Існують наступні характеристики відходів:

Типи відходів - це підгрупи категорій, які теоретично можуть бути піддані роздільному збиранню. Наприклад, побутові відходи включають у себе відходи від домогосподарств, зелені відходи, великогабаритні відходи, а також небезпечні побутові відходи. Промислові (виробничі) відходи поділяються відповідно до секторів промисловості.

Обсяг - це об’єм відходів, вимірюваний у кубічних метрах або літрах. Кількість відходів визначається їхньою масою, для побутових відходів ця маса вимірюється у кілограмах на особу.

Морфологічний склад - це структура відходів за їхніми компонентами (папір, пластик, скло, біологічні відходи). Кожна компонента може бути розділена на конкретні види (газетний папір, архівний папір, журнальний папір, тощо).

Хімічний склад визначається наявністю хімічних елементів або сполук відходів (нітроген, хлор, ртуть, вода, сухий залишок).

Калорійність відходів - це кількість енергії (тепла), яка виділяється при їхньому спалюванні.

Вологість визначає, скільки вологи міститься відходах відносно їх загальної маси.

Ці характеристики відходів оцінюються на етапі їх утворення (Рис.9).

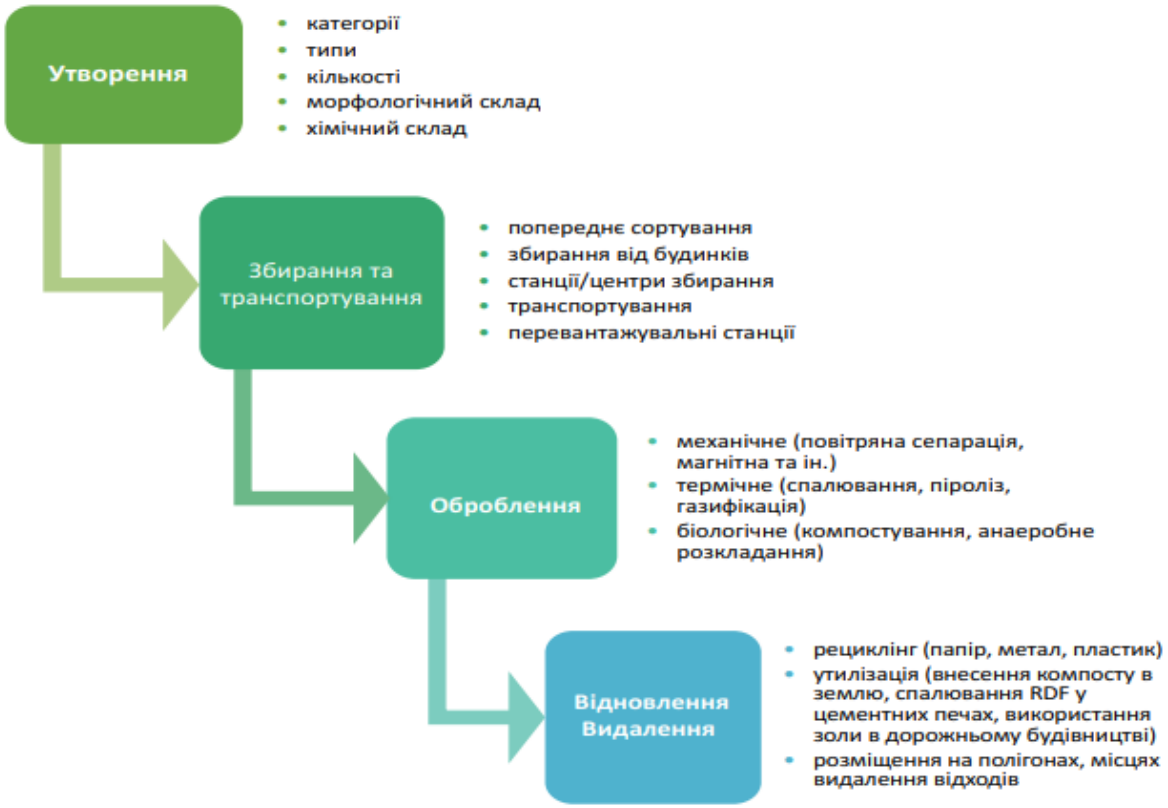


Рис.9. Система управління відходами.

Типовий морфологічний склад твердих побутових відходів в Україні має наступний вигляд (рис.10)



Рис. 10. Типовий морфологічний склад твердих побутових відходів в Україні.

Цей склад може трохи відрізнятись залежно від сезону і виду житлового сектору, але в цілому тенденція зберігається (табл. 1).

Таблиця 1 - Фізичні характеристики та терміни розкладання різних відходів

Найменування компонента	Частка фракцій,%		Щільність, кг/м^3	Величина фракцій, мм	Тривалість розкладання
	Житловий сектор	Нежитловий сектор			
Харчові й рослинні відходи	54,07		100	100–26	До 2–х місяців
Папір, картон та ін.	7,61		700–100	50–250	До 1 сезону
Дерево	1,0	1,0	180–220	50–250	До 10 років
Текстиль	4,5	3,0	85	250–50	До 10 років
Гума, шкіра	1,8	1,2	65–160	50–150	Іноді більше 100 років
Пластмаса (у т.ч. ПЕТ пляшки)	7,71	11,91	27–40	250–50	Більше 100 років
Скло, кераміка	6,3	10,72	250	250–150	Більше 100 років
Чорні й кольорові метали	2,18/0,25	2,7/2,16	220–280	250–50	До 100 і більше років
Каміння, кераміка	1,5	2,5	770	150–50	–
Кістки	1,0	0,5	50	100–50	До 100 і більше років
Інше сміття	12,66	11,4	770	4–6	–

Біологічні відходи - це відходи, що мають біологічну природу розкладання, такі як садові або паркові, харчові та кухонні відходи з домогосподарств, офісів, ресторанів, закладів оптової торгівлі, їдалень, підприємств громадського харчування тощо.

Харчові відходи - це всі продукти, які перетворились на відходи.

Великогабаритні побутові відходи - це тверді відходи побутового походження, розміри яких перевищують 50х50х50 см (старі меблі, сантехнічні вироби, стовбури дерев тощо).

Небезпечні відходи серед побутових - включають в себе ті, що виникають під час звичайного життя людини в будинках і мають властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для природного середовища або здоров'я людей. Наприклад, ртутні лампи, батареї, фармацевтичні препарати тощо.

Відходи інфраструктури населеного пункту - відходи від об'єктів благоустрою населених місць, включаючи відходи від зелених насаджень і вуличне сміття.

Відходи зеленого господарства - це рослинні залишки від догляду за зеленими насадженнями прибудинкових територій та громадських місць.

Побутові відходи не включають в себе відходи виробництва, сільського господарства, лісового господарства, рибальства, септиків, каналізаційних мереж та очищення, транспортних засобів, які перейшли термін експлуатації, будівельно-демонтажних відходів тощо.

Відходи упаковки визначаються як будь-яке пакування або матеріал для упаковки, що потрапляє під визначення відходів; іншими словами, будь-яка речовина чи предмет, який власник викидає або має намір викинути. Наприклад: пляшка з пластику від молочнокислих продуктів, упаковка тетра-пак від напоїв і соків, скляні банки від консервованих овочів. Ці види відходів обов’язкво мають збиратись, сортуватись та перевозитись на переробні підприємства, якщо технологічно певний вид упаковки може бути перероблено.

Більшість країн приймають до впровадження концепцію «Zero waste» - нуль відходів (рис. 12).



Рис. 12. Відмова від одноразового пакування згідно з концепцією «Zero waste».

Велику частину упаковки складають одноразові матеріали, такі як пакети "маєчка" різного розміру, упаковка від печива, різних круп, або вакуумна упаковка для сирів. Ці види пластику майже не підлягають переробці, тому в світі спостерігається тенденція до суттєвого обмеження використання такого пакування та підтримка його багаторазового використання.

У відношенні до навколишнього середовища відходи пакування мають негативний вплив на всі види тварин і через них потрапляють в ланцюг харчування людини (згідно з останніми даними, людина споживає кількість пластику, що еквівалентна розміру банківської картки протягом тижня).

Процес сортування відходів в Україні включає кілька етапів:

Спочатку харчові відходи відокремлюються від побутових.

Далі з побутових відходів відбирається сировина, яку можна повторно використовувати (рис. 13)

Вид відходів	Підлягає переробці	Підготовка	Не підлягає переробці і прийманню
Папір	Картон, офісний папір, газетно-журнальна продукція, зошити, альбоми, листівки, будь-яка паперове паковання тощо	Утрамбувати в плоский вигляд, покласти в окремий пакет	Чеки, серветки, одноразові паперові стаканчики, пергамент, забруднений їжею, жиром, рідиною папір
Метал	Алюмінієві і консервні банки, металеві кришки	Промити консервні банки. Алюмінієві банки максимально ущільнити. Скласти в окремий пакет все металеве	Радіоактивні метали, акумулятори, батарейки, енергозберігаючі лампи
Скло	Цілі і биті пляшки з-під напоїв, ліків, косметики	Промити від напоїв пляшки, злити воду, покласти в окремий пакет, зав'язати	Дзеркала, кришталь, армоване скло, жаростійке скло (посуд для мікрохвильової печі), скло від смартфонів і планшетів
Пластикове паковання	Пляшки PET або PETE, контейнери для їжі, пляшки, флакони PP, пластикові кришки, паковання від соків, молочної продукції	Варто промити паковання з-під продукції, молока, соків і ущільнити, щоб стало пласким	Якщо на пакованні немає маркування (коду переробки) – викидайте його в змішані відходи

Рис. 13. Правила сортування відходів в Україні.

Весь процес сортування відходів підпорядкований конкретним екологічним стандартам. Сировину спочатку очищають від домішок землі і піску, після чого відходи направляються до спеціалізованого цеху. Тут фахівці проводять сортування за видами та марками, виконуючи необхідні екологічні процедури.

Розкладання органічних відходів, що відбувається в тілі сміттєзвалища, обумовлене штучними умовами, які призводять до створення анаеробного середовища. Це важливо, оскільки такі умови обмежують повне розкладання органічних відходів.

Аеробні бактерії, які відповідають за глибоке окиснення органічних речовин, не можуть ефективно функціонувати в умовах, де відсутній доступ кисню в товщі відходів.

Дослідження підтверджують, що за таких умов менше ніж третина органічних відходів розкладається протягом 5-6 років [12]. Це велике відхилення від природних умов, де розкладання органічних відходів зазвичай

займає менше року. Штучне створення анаеробних умов призводить до створення ряду екологічних проблем, в тому числі утворення великої кількості фільтрату, який треба відводити.

Значна частина органічних відходів може бути перероблена в корисні продукти за допомогою відповідних технологій. Тому саме органічна складова відходів зацікавила нас з точки зору можливості її утилізації на рівні окремих домогосподарств.

Види відходів, які можна утилізувати за допомогою компостування представлено на рис. 14.



Рис. 14. Види відходів, які підлягають і не підлягають компостуванню.

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Створення компосту в квартирі за допомогою компостера вимагає специфічних умов та дотримання певних правил. Враховуючи обмежений простір та особливості умов всередині квартири, ми дотримувались наступних методичних рекомендацій.

Вибір компостера

Компостери для умов квартири бувають двох типів:

Контейнер ЕМ з бокаші - це відро, створене для збору та ферментації органічних відходів.

По суті, в ЕМ-контейнері органічні відходи не компостуються в повному розумінні цього терміну, вони лише ферментуються. Під час цього процесу не утворюється компост. Сутність цього методу полягає в тому, щоб збирати більше органічних відходів, уникнувши при цьому неприємних запахів від гниття та розкладання. Після цього такі відходи можна або направити в компостер із хробаками для отримання добрива, або вивезти та закопати їх у лісі чи на дачі під деревами, де вони розкладуться (компостуються) в природньому середовищі.

Вермікомпостер відрізняється наявністю черв'яків, які переробляють органічні відходи в компост.

Одним з ключових аспектів при виборі ЕМ контейнера є матеріал, з якого виготовлене відро. Як правило, вони виготовляються з пластику, іноді - з переробленого матеріалу. Важливо звертати увагу на міцність матеріалу, щоб уникнути прогинання дна під навантаженням і просочування запахів через стінки та кришку.

Кришка також відіграє важливу роль і повинна ідеально щільно закриватися. Неправильно закрита кришка може сповільнити процес ферментації і призвести до неприємного запаху.

Подвійне дно відіграє ключову роль у відрі. Важливо, щоб воно щільно прилягало до стінок, щоб уникнути потрапляння органічних залишків на дно відра, що може блокувати краник для зливання рідини.

Краник для зливання рідини - ще один важливий елемент. Перед використанням слід перевірити його на наявність протікань, запустивши воду і переконавшись, що рідина легко стікає і не протікає.

Обсяг контейнера також важливий і залежить від потреб користувача. Вибір об'єму залежить від того, чи компостуються відходи самостійно чи разом із сім'єю, як часто готуєте вдома та як багато органічних відходів утворюється. Наприклад, контейнер ЕМ об'ємом 20 л призначений для наповнення протягом 4 тижнів для сім’ї з трьох людей.



Рис. Приклади ЕМ-контейнерів

В контейнер збираємо "зелені" та "коричневі" матеріали, аналогічно методиці для зовнішнього компостування:

Зелені матеріали:

- Залишки овочів та фруктів;
- Кавова гуща та чайні листки;
- Залишки рослин.

Коричневі матеріали:

- Папір або картон (нарізається на невеликі шматочки).
- Сухе листя (розрізане на менші частини).

- Дерев'яні опилки або обізки.

Заповнення компостера по черзі зеленими і коричневими матеріалами є важливим для створення оптимальних умов для процесу компостування. Цей підхід використовується для забезпечення балансу між різними видами органічних матеріалів, які входять в компост.

"Зелені" матеріали, такі як овочі, фрукти, трава, містять багато азоту. З іншого боку, "коричневі" матеріали, такі як сухі листя, картон, гілки, багаті на вуглець. Компост повинен містити оптимальний баланс азоту і вуглецю, щоб сприяти ефективному розкладанню органічних решток.

Додавання "коричневих" матеріалів допомагає утворювати більше вентиляційних проміжків у компості, що полегшує доступ повітря до мікроорганізмів, які розкладають органічні матеріали. Це важливо для створення оптимальних умов для аеробного компостування.

Розташовуючи шари матеріалів почергово, ми уникаємо концентрації великої кількості одного типу матеріалу, що може спричинити запахи і виникнення гниття. Розподіл "зелених" і "коричневих" шарів забезпечує рівномірне розкладання і попереджує неприємні запахи.

Різноманіття матеріалів у компостері створює сприятливе середовище для різних видів мікроорганізмів, які відповідають за розкладання органічних решток. Це допомагає прискорити процес компостування.

Отже, заповнення компостера шарами "зеленого" і "коричневого" матеріалу сприяє ефективному та швидкому компостуванню, роблячи процес більш ефективним, безпечним та менш схильним до проблем, таких як запахи чи гниття.

Управління вологістю всередині компостера має велике значення для успішного процесу компостування. Вологість впливає на активність мікроорганізмів, які відповідають за розкладання органічних матеріалів. Оптимальний рівень вологості сприяє ефективному компостуванню, уникненню неприємних запахів та утворенню якісного компосту.

Важливо дотримуватись оптимальної вологості, тому що вона є ключовим фактором для дії бактерій та грибів, які відповідають за розкладання органічних решток. Оптимальний рівень вологості забезпечує їм необхідне середовище для активної діяльності.

Недостатня вологість може призвести до пересихання матеріалів у компостері, що гальмує процес розкладання. Сухі матеріали розкладаються повільніше, що впливає на час отримання готового компосту.

Занадто велика вологість може призвести до збагачення компосту рідиною, яка може витікати. Це може викликати неприємні запахи і сприяти розвитку шкідливих мікроорганізмів.

Вологість сприяє аеробному компостуванню, тобто розкладанню матеріалів за участю кисню. Цей процес ефективніший і менше схильний до виникнення запахів, ніж анаеробне компостування, яке відбувається в умовах низького кисню (високої вологості).

Оптимальний рівень вологості для компостера зазвичай становить приблизно 50-60%. Це значить, що матеріали в компостері мають бути вологими, але не мокрими.

За необхідності можна коригувати рівень вологості, додаючи воду або сухі матеріали в залежності від ситуації. Регулярне слідкування за вологістю та забезпечення оптимальних умов допоможе отримати якісний компост у коротший термін.

Треба ретельно контролювати температуру в квартирі. Компостер-відро повинно знаходитися в оптимальному температурному діапазоні (зазвичай кімнатна температура).

Контроль температури всередині компостера є важливим елементом успішного процесу компостування. Температура впливає на активність мікроорганізмів, які відповідають за розкладання органічних матеріалів в компості. Оптимальна температура забезпечує ефективність компостування та перешкоджає непотрібним процесам, таким як аеробні і анаеробні гнильні реакції.

Теплі умови сприяють розмноженню та активності бактерій і грибів, що є основними агентами розкладання органічних решток.

Оптимальна температура підтримує аеробні умови, де кисень використовується для розкладання матеріалів. Це допомагає уникнути утворення неприємних запахів, характерних для анаеробних процесів.

В низьких температурах компостування може сповільнюватись або припинятись. Забезпечення тепла у компостері у весняно-осінній період допомагає уникнути цього.

Занадто висока температура може призвести до перегрівання компостера і загибелі корисних мікроорганізмів. Контроль температури дозволяє уникнути цього негативного ефекту.

У компостерах із застосуванням ефективних мікроорганізмів (ЕМ) теплові умови сприяють активізації ферментації. ЕМ допомагають усунути запахи, прискорюють розкладання та збільшують якість компосту.

Зазвичай оптимальний діапазон температур для компостера становить 50-65 градусів Цельсія. В цьому діапазоні ензими та мікроорганізми працюють найефективніше.

Контроль температури є ключовим елементом оптимізації процесу компостування, дозволяючи отримати якісний та стабільний компост у коротший термін.

Компостування в квартирі може займати більше часу порівняно із вуличними компостерами з кількох причин, які пов'язані з обмеженим обсягом, умовами середовища та специфіками процесу.

Квартирний компостер, зазвичай, має обмежений об'єм у порівнянні з вуличними компостерами. Обмежений простір може затримати процес компостування через менший обсяг органічних матеріалів.

В умовах квартири температура може коливатись менше, ніж на вулиці, де може бути більше тепла. Вища температура сприяє швидшому розкладанню матеріалів у вуличних компостерах.

В квартирних умовах може бути обмежена можливість забезпечення ефективної вентиляції, що може впливати на аеробні процеси розкладання в органічних відходах.

Квартирні умови також можуть ускладнити контроль за вологістю. Занадто висока вологість може призвести до утворення неприємних запахів, а занадто низька - до сповільнення процесу компостування.

В умовах квартири може бути менше сприятливих умов для дії багаточисленних мікроорганізмів, які відповідають за розкладання органічних відходів.

Квартирні компостери можуть використовувати інші технології, такі як ферментація, що може займати більше часу порівняно з традиційним аеробним компостуванням.

3.1. Мікробіологічні процеси в ЕМ-компостері

ЕМ-компостери є місцем, де відбуваються різноманітні мікробіологічні процеси, що сприяють розкладанню органічних відходів. Основні мікробіологічні процеси включають бактеріальний розклад, грибкову діяльність та дію ефективних мікроорганізмів (ЕМ).

У більшості квартирних компостерів діють мезофільні бактерії, які працюють при кімнатній температурі. Вони розкладають легкорозчинні органічні сполуки, такі як вуглеводи та білки.

Під час більш інтенсивного компостування можуть активуватися термофільні бактерії, які працюють при підвищених температурах. Вони допомагають розкладати більш складні матеріали та уникнути утворення запахів.

Гриби виконують функцію децентралізованого розкладання матеріалів. Вони виділяють ензими, що розщеплюють складні речовини, такі як целюлоза та хітин.

Міцелій грибів проникає через органічні матеріали, створюючи мережу, яка полегшує розкладання та сприяє утворенню більш дрібних часток.

Ефективні мікроорганізми включають молочнокислі та фотосинтезуючі бактерії. Вони полегшують ферментативні процеси, що допомагають уникнути неприємних запахів та сприяють компостуванню.

ЕМ виробляють ферменти, які полегшують перетворення складних органічних сполук на більш прості, забезпечуючи ефективний розклад.

Для більш ефективного компостування важливо підтримувати аеробні умови, де кисень використовується для розкладання органічних матеріалів.

3.2. Вплив аеробних умов на процес компостування

Аеробні умови грають важливу роль у розкладанні органічних відходів в квартирних компостерах. Термін "аеробні" вказує на те, що розкладання відбувається в присутності кисню. Такі умови є бажаними для забезпечення ефективного процесу компостування.

Аеробні бактерії є ключовими учасниками, які використовують кисень для розкладання органічних сполук. Вони розщеплюють складні молекули, такі як целюлоза та лігнін, на простіші речовини.

Гриби, також працюючи в аеробних умовах, виділяють ензими, які допомагають у розкладанні складних полімерів. Вони сприяють утворенню міцелію, що полегшує розкладання.

Аеробні умови дозволяють проводити окислювальні процеси, де органічні матеріали споживають кисень, виділяючи при цьому енергію та вуглекислий газ.

Аеробні умови допомагають уникнути анаеробних процесів, які можуть призвести до утворення неприємних запахів. У аеробних умовах не утворюється метан, який є характерним для анаеробного розкладання.

Також такі умови сприяють активації термофільних бактерій, які працюють при підвищених температурах. Вища температура полегшує розкладання складних органічних матеріалів.

У порівнянні з анаеробним компостуванням, розкладання в аеробних умовах зазвичай відбувається швидше, оскільки цей процес більш ефективний.

В аеробних умовах в ЕМ-компостерах відбуваються різноманітні хімічні реакції, що забезпечують ефективний розклад органічних відходів. Розклад органічних речовин у компості передбачає серію стадій, включаючи гідроліз, окислення та інші процеси.

Гідроліз глюкози:

- $C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_6H_{10}O_5 + C_6H_{12}O_6$
- (Глюкоза + Вода → Целюлоза + Фруктоза)

Окислення Органічних Кислот:

- $R\text{-}CHOH\text{-}COOH + O_2 \rightarrow R\text{-}COOH + H_2O_2$
- (Органічна Кислота + Кисень → Карбонова Кислота + Перекис Водню)

Амоніфікація:

- $(NH_4)_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2NH_3 + H_2SO_4$
- (Сульфат Амонію + Вода → Аміак + Сульфатна Кислота)

Нітрифікація:

- $2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2NO_2 + 2H_2O$
- (Аміак + Кисень → Нітрит)

Гідроліз білків:

- $C_6H_{12}O_6 + O_2 + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_3$
- (Білок + Кисень + Вода → Діоксид Вуглецю + Вода + Аміак)

Полімеризація органічних кислот:

- $C_6H_{10}O_5 + C_6H_{10}O_5 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_2 + H_2O$
- (Целюлоза + Целюлоза → Гумус + Вода)

Ензими допомагають у розкладанні органічних решток, утворюючи компостний чай, який містить корисні мікроелементи.

Тобто, в ЕМ-компостерах відбувається комплекс хімічних реакцій, включаючи гідроліз, окислення, амоніфікацію, нітрифікацію, гуміфікацію та

інші процеси. Ці реакції взаємодіють, сприяючи ефективному та екологічно чистому розкладанню органічних відходів і формуванню стійкого компосту.

Після завершення мікробіологічних процесів у компостері утворюється стабільний компост, без запаху, готовий для використання у саду або рослинництві.

3.3. Вплив анаеробних умов на процес компостування

Анаеробні процеси в домашніх компостерах відбуваються в умовах недостатньої кількості кисню. Такі умови можуть виникнути при затримці повітряного доступу до компостної маси. У результаті анаеробних умов відбувається розкладання органічних матеріалів за участі мікроорганізмів, які працюють в оточенні низьких концентрацій кисню.

Ферментативний Розклад Глюкози:

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3COOH + 2CO_2 + 4H_2$
- (Глюкоза → Органічні Кислоти + Діоксид Вуглецю + Водень)

Метаногенез:

Ацетат (Органічна Кислота):

- CH_3COOH

Метаногенез:

- $4CH_3COOH \rightarrow 3CH_4 + CO_2$
- (Ацетат → Метан + Діоксид Вуглецю)

Сульфатредукція:

Сульфатредукція:**

- $SO_4^{2-} \rightarrow H_2S + HCO_3^-$
- (Сульфат → Сероводень + Гідрокарбонат)

Нитратредукція:

Нітрат (NO_3^-):

- NO_3^-

Нитратредукція:

- $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$
- (Нітрат → Нітрит → Діазот Оксид → Азот)

Умови, що сприяють анаеробному розкладанню:

Погана вентиляція компостера призводить до затримки кисню.

Занадто велика кількість матеріалів може створити умови для анаеробних процесів в центрі маси.

Недостатньо змішаний чи дуже щільний компост може ускладнити доступ кисню.

Занадто вологий компост може утруднювати дифузію кисню.

Маси, які не розкладаються, можуть сприяти анаеробному розкладанню.

Отже, анаеробні процеси в домашньому компостері можуть відбуватися, якщо не враховувати оптимальні умови для аеробного компостування. Контроль за вентиляцією, вологістю та загущеністю є важливим для забезпечення ефективного та безпечного розкладання органічних відходів.

Узагальнюючи, квартирні компостери використовують різні мікробіологічні процеси для перетворення органічних відходів у корисні речовини, забезпечуючи при цьому утворення екологічно чистого компосту всередині приміщення.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Протягом серпня – листопада 2023 року нами було проведено експеримент з компостування органічних відходів у ЕМ-компостері в умовах приватного будинку.

Для проведення процесу компостування та визначення ступеня готовності отриманих компостів використовували методологію, яку запропонувала О.А. Сагдєєва [ ].

Органічні рештки було подрібнено до розмірів приблизно 10–15 мм, після чого їх підсушували на повітрі протягом однієї години і завантажували в контейнери. Експеримент проводився у трьох контейнерах об'ємом 20 л кожний.

Контейнери на дві третини об'єму заповнювали сумішшю для компостування. Для пришвидшення мікробіологічних реакцій у контейнери додавали по 100 г ґрунту (типового для регіону чорнозему) і перемішували його компостною сумішшю. У контейнер 1 додавали 100 мл дистильованої води. У контейнери 2 і 3 додавали по 100 мл мікробіологічної добавки (у контейнер 2 – екстракт з ґрунту, у контейнер 3 – ЕМ-препарат).

Для приготування водного екстракту 10 г ґрунту перемішували з 100 г води протягом 20 хвилин і фільтрували суміш через складчастий фільтр.

В отриманих компостах проводили вимірювання показників pH, відношення загального вмісту вуглецю до загального вмісту азоту (C:N) та фітотоксичність.

Для визначення значення показника pH використовували лабораторний pH-метр, для вимірювання у водних витяжках із компостів.

Фітотоксичність оцінювали за індексом пророщування насіння редису посівного в водних витяжках із компостів. Цей індекс визначали як відношення кількості пророслих насінин до загальної кількості висіяного насіння (висівали 10 насінин). Водні витяжки із компостів готували, взявши 5

г компосту, розміщали їх у конічних колбах об'ємом 250 мл, доливали 50 мл дистильованої води, перемішували протягом 1 години і фільтрували через складчастий фільтр.

Для визначення загального вмісту вуглецю і азоту взяли проби компосту масою 5 г, висушили їх до постійної маси, подрібнили і просіяли через сито з порами 0,25 мм. Вміст загального вуглецю визначали за методом Тюріна, а азоту за методом Кьєльдаля.

Після завершення експерименту порівнювали значення досліджуваних показників у компостах з різних контейнерів.

В якості органічних відходів використовувались залишки фруктів, овочів та невелика кількість паперу.

Органічні відходи було розділено на "зелені" (багаті на азот) та "коричневі" (багаті на вуглець) для забезпечення балансу в складі компосту.

Готування органічних відходів перед їхнім закладанням в компостер є важливою частиною процесу компостування. Належне підготування відходів допомагає забезпечити оптимальні умови для швидкого та ефективного розкладання, уникнення неприємних запахів, а також формування якісного компосту.

Ми готували органічні відходи для закладання у компостер наступним чином. Розділили органічні відходи на дві основні категорії: "зелені" (багаті на азот) та "коричневі" (багаті на вуглець).

Зелені відходи були наступними: очистки від фруктів, овочів, трава, чайона заварка, залишки салатів.

Зелені відходи містять азот та інші поживні речовини, які прискорюють розкладання та забезпечують мікроорганізмам необхідні елементи.

Також ми брали «коричневі відходи», багаті на вуглець: солома, гілки, папір, сухе листя.

Коричневі відходи додають вуглець, необхідний для забезпечення правильного балансу та уникнення неприємних запахів.

Подрібнили великі шматки матеріалів для створення оптимальних умов для розкладання.

Визначення оптимального розміру фракцій органічних відходів впливає на ефективність компостування. Дрібно роздрібнені матеріали мають багато переваг для процесу розкладання. Нижче розглянемо деталізовану інформацію щодо розміру фракцій та його впливу на компостування:

Матеріали дрібного розміру (менше 2 см) збільшують поверхню контакту для мікроорганізмів і прискорюють розкладання.

Оптимальний розмір для шматків трави, листя та інших органічних відходів – до 5 см. Це полегшує змішування та підвищує доступ кисню.

Дрібно роздрібнені матеріали мають більшу поверхню контакту, що сприяє більш ефективному розкладанню. Мікроорганізми легше проникають в дрібні частинки, що прискорює процес розкладання. Дрібні фракції краще змішуються, що допомагає утримувати аеробні умови та підвищує доступ кисню. Зменшення розміру фракцій допомагає уникнути неприємних запахів, особливо у випадку зелених відходів.

Дрібно подрібнені матеріали рівномірно розподіляються в компостері, створюючи оптимальні умови для всіх частин маси.

Але, занадто дрібні частки можуть створити щільний шар, затруднюючи доступ кисню та може призвести до анаеробних умов.

Отже, використання дрібно подрібнених фракцій органічних відходів сприяє швидкому та ефективному компостуванню. Це робить процес більш керованим, допомагає уникнути неприємних запахів та створює якісний компост для використання в саду чи городі.

В ході експерименту ми уникали додавання м'яса, риби, жиру, деревини, кісток, лікарських рослин, шкіри цитрусових.

Зверху додали шар землі, що сприяло введенню корисних мікроорганізмів.

Для забезпечення аеробних умов, відходи були завантажені в компостер шарами: зелений, коричневий, зелений.

Для підтримки процесів компостування в експеримент вносилися ЕМ-розчини згідно з інструкціями.

Регулярно вимірювалась вологість компосту за допомогою аналізатора грунту 3 в 1 ETP-301. У всіх повторностях підтримувалась вологість на рівні 50-60%.

Вимірювання температури в компостері проводилося щоденно для контролю теплового режиму. Забезпечувалося оптимальне тепло для активного розкладання.

В ході експерименту виявлено:

Зелені відходи швидко розкладалися за участю мікроорганізмів, що сприяло активному компостуванню.

За допомогою ЕМ-розчинів вдалося уникнути неприємних запахів, що часто виникають при анаеробному розкладанні.

На завершальній стадії експерименту отримано стабільні ферментовані органічні рештки, які можуть бути піддані подальшому компостуванню у вермікомпостері або бути використані для городництва.

Умови проведення експерименту, такі як вологість, температура та додавання ефективних мікроорганізмів, суттєво вплинули на ефективність компостування. Отримані результати свідчать про можливість успішного використання квартирного компостера для обробки органічних відходів з мінімальними негативними впливами.

Після завершення процесу компостування у всіх контейнерах отримано дрібнодисперсні ферментовані залишки органіки темно-коричневого кольору, практично без сторонніх запахів. Для оцінки зрілості компосту використовували такі показники [1]: рівень pH, відношення вмісту загального вуглецю до загального азоту (C:N) та фітотоксичність.

Рівень pH характеризує накопичення продуктів метаболізму мікроорганізмів. Початкове значення pH суміші для компостування було слабокислим (5,7). Кінцеві значення pH у контейнерах 2 і 3 були близькими до

нейтрального (7,0 і 7,4). У контейнері 1 значення pH практично не змінилося (5,9). Результати визначення pH свідчать про завершення процесу дозрівання компосту у контейнерах 2 і 3 та продовження компостування у контейнері 1.

Початковий вміст органічної речовини у компостній суміші залежав від складу відходів і становив 85-89% [ ].

Вміст загального азоту збільшувався або залишався незмінним через його іммобілізацію в утворених гумусових сполуках та клітинах мікроорганізмів [1]. Зменшення вмісту загального вуглецю при відносно постійному вмісті загального азоту призводило до зниження значення відношення C:N, що відповідає міжнародним стандартам (не більше 25 [4]).

Початковий вміст вуглецю в компостній суміші складав 50,2%. Під час компостування вміст загального вуглецю в усіх контейнерах зменшився, і найбільша втрата спостерігалася у контейнері 3.

Вміст загального азоту в компостній суміші до початку компостування становив 0,3%. Наприкінці процесу вміст загального азоту збільшився в усіх контейнерах, при цьому найменший вміст спостерігався у контейнері 3. Це свідчить про збільшення витрат азоту при внесенні мікробіологічної добавки штучного походження.

Співвідношення C:N у всіх компостах було менше 25, що свідчить про завершення процесу компостування. Найвище співвідношення (25,5) виявилося у контейнері 1, що може свідчити про скорочення терміну дозрівання компосту при внесенні мікробіологічної добавки.

Незрілі компости мають можливість викликати негативний фітотоксичний вплив на рослини. За індексом пророщування насіння редису посівного компости в контейнерах 2 і 3 виявились зрілими (100% проростання), тоді як компост у контейнері 1 виявився не повністю зрілим (70% проростання), що свідчить про його недостатню зрілість. Результати показників зрілості компостів подані в таблиці 1.

Таблиця 2 – Показники зрілості компостів

№ контейнера	Добавка	pH	C:N	Індекс пророщування, %
1	Без добавки	5,9	25,5	75
2	Екстракт з грунту	7,0	23,7	100
3	ЕМ препарат «Емочка»	7,4	24,2	99

Отже, незважаючи на велику кількість досліджень, що розглядають різні аспекти використання компостування для утилізації побутових відходів, питання використання ЕМ-компостерів та мікробіологічних добавок для активізації процесу компостування і покращення якості сформованого компосту залишається недостатньо дослідженим.

З результатів наших експериментів видно, що компостування органічних відходів за допомогою ЕМ-компостерів в умовах окремих домогосподарств є достатньо ефективним, за умови дотримання режимів температури, вологості і ступеню подрібнення відходів. Також нами з’ясовано, що використання ЕМ-препаратів пришвидшують процес дозрівання компосту. Процес дозрівання компосту без мікробіологічних добавок вимагає значно більше часу.

Ці результати свідчать про значний потенціал використання ЕМ-компостерів разом з мікробіологічними препаратами у сфері компостування відходів на рівні окремих домогосподарств. Це дозволить зменшити навантаження на сміттєзвалища і в цілому покращить екологічну ситуацію.

РОЗДІЛ 5
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ НА РІВНІ ОКРЕМИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ

Еколого-економічна ефективність компостування в ЕМ-компостерах виявляється в кількох ключових аспектах, зокрема наступних.

При використанні ЕМ-компостерів органічні відходи піддаються компостуванню вдома, уникнувши вивезення на сміттєзвалище.

Зменшення обсягу вивезення відходів на сміттєзвалище сприяє зменшенню вартості пов'язаних з цим послуг і зниженню негативного впливу на довкілля, оскільки ми запобігаємо додатковому утворенню парникового газу метану.

Компост, який утворюється в результаті компостування в ЕМ-компостерах, може бути використаний як природне добриво для рослин.

Застосування компосту сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню його родючості, а також зменшенню потреби у додаткових органічних добривах.

Органічні відходи, які розкладаються на сміттєзвалищі, викидають значні обсяги метану, компостування в ЕМ-компостерах дозволяє уникнути цього процесу, а отже, зменшити викиди метану і мінімізувати негативний вплив на клімат.

Використання ЕМ-компостерів сприяє формуванню екологічної свідомості, а зменшення вивезення відходів на сміттєзвалище сприяє популяризації використання екологічно чистих технологій.

Отже, з позицій екології, компостування в ЕМ-компостерах приводить до збереження ресурсів та збалансованого управління органічними відходами. Такий підхід сприяє створенню сталого та екологічно чистого середовища.

Розрахуємо економічну ефективність компостування .

Вартість компостера: 850 грн. за 1 компостер.

Кількість компостерів: 3.

Вартість 3 компостерів: 850 грн./компостер * 3 компостера = 2550 грн.

Вартість препарату мікроорганізмів:

Вартість за 6 тижнів: 100 грн.

Вартість на рік: (100 грн./6 тижнів) * (52 тижні на рік) = 866.67 грн.

Вартість на 10 років: 866.67 грн./рік * 10 років = 8666.67 грн.

Кількість компосту з 1 кг відходів:

0.5 кг компосту з 1 кг відходів.

Кількість компосту за 6 тижнів: 8 кг.

Кількість компосту за рік:

(8 кг/6 тижнів) * (52 тижні на рік) = 69.33 кг/рік.

Кількість компосту за 10 років: 69.33 кг/рік * 10 років = 693.33 кг.

Вартість органічних добрив:

Вартість 1 кг органічних добрив: 50 грн.

Вартість на рік: 50 грн./кг * 80 кг/рік = 4000 грн./рік.

Вартість на 10 років: 4000 грн./рік * 10 років = 40000 грн.

Вартість вивезення органічних відходів на полігон

250 грн./місяць * 12 місяців = 3000 грн./рік.

Вартість на 10 років: 3000 грн./рік * 10 років = 30000 грн.

Заощадження на покупці органічних добрив:

200 грн./рік * 10 років = 2000 грн.

Екологічний ефект:

Сумарне зменшення викидів метану та екологічна користь.

Розраховуємо загальну економічну доцільність:

Вартість компостерів + Вартість препарату мікроорганізмів + Вартість органічних добрив - Вартість вивезення органічних відходів - Заощадження на покупці органічних добрив - Вартість втрати від компостування органічних відходів.

(2550 грн. + 8666.67 грн. + 40000 грн.) - (30000 грн. + 2000 грн.) = 38216.67 грн.

Таким чином, економічна доцільність від компостування в ЕМ-компостерах за вказаними умовами становить 38216.67 грн.

РОЗДІЛ 6.

Охорона праці

6.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути під час переробки відходів, що утворилися на рівні окремих домогосподарств.

Аналіз ризиків з охорони праці, пов’язаних з переробкою відходів, що утворилися на рівні окремих домогосподарств, включає в себе оцінку потенційних небезпек, які можуть виникнути під час збору, транспортування, сортування, переробки та утилізації таких відходів. Основні ризики можна класифікувати наступним чином.

Біологічні ризики. Зараження через контакт з біологічними відходами. Робітники можуть зіткнутися з медичними відходами, залишками їжі тощо, що можуть бути джерелами інфекцій. Відходи часто містять органічні рештки, які можуть бути джерелом бактерій та плісняви.

Приваблення шкідників. Наявність залишків їжі може приваблювати гризунів, комах, що збільшує ризик поширення хвороб.

Розмноження патогенів. Відходи харчування часто містять органічні речовини, які є сприятливим середовищем для росту бактерій і грибків.

Хімічні ризики. Можливість контакту з хімічними речовинами, що використовуються для очищення та дезінфекції.

Вплив токсичних речовин. До складу побутових відходів можуть входити хімічні речовини, які при неправильному поводженні можуть становити загрозу здоров’ю.

Ризик виникнення пожежі або вибуху через наявність легкозаймистих матеріалів або речовин, що реагують між собою.

Фізичні ризики. Ризик травмування при переміщенні важких мішків з відходами, можливість порізів від гострих предметів.

Травматизм через ручне переміщення відходів. Підняття тяжкості, неправильні рухи можуть призвести до м’язових травм.

Ризик поранення від гострих або колючих предметів у відходах, таких як скло, металеві предмети тощо.

Ергономічні ризики. Ризик розвитку професійних захворювань, пов’язаних з тривалим стоянням або незручними рухами під час збору та сортування відходів.

Проблеми з опорно-руховим апаратом внаслідок тривалої роботи в незручних позах або повторюваних рухів.

Стрес і психологічне навантаження через високі вимоги до продуктивності, монотонність роботи або негативне ставлення суспільства.

Ризики, пов’язані з транспортуванням. Дорожньо-транспортні пригоди під час перевезення відходів. Проблеми з вантажно-розвантажувальними роботами, включаючи ризик падіння вантажів.

Ризики забруднення навколишнього середовища. Необережне поводження з відходами може призвести до забруднення ґрунту, водойм.

Розкладання органічних відходів у відсутності кисню веде до утворення метану, який є потужним парниковим газом.

6.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці.

6.2.1. Заходи запропоновані для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Заходи охорони праці при видаленні відходів на рівні окремих домогосподарств включають декілька ключових аспектів, щоб забезпечити безпеку та здоров’я людей, які займаються цією діяльністю. Необхідно звертати увагу на наступне.

Особистий захист. Носіння захисного одягу, включаючи рукавиці, щоб уникнути прямого контакту з відходами.

Використання захисних окулярів, якщо відходи можуть містити шкідливі речовини або якщо є ризик потрапляння дрібних часток у очі.

Застосування дихальних масок у випадку роботи з пилом або потенційно токсичними матеріалами.

Гігієна праці. Регулярне миття рук після контакту з відходами. Уникнення дотику до обличчя або їжі під час роботи з відходами. Забезпечення доступу до чистої води та мила.

Правильне сортування відходів. Відокремлення небезпечних відходів (наприклад, батарейок, хімічних речовин) від звичайного сміття. Використання різних контейнерів для різних типів відходів (органічні, пластик, папір тощо).

Безпечне зберігання та транспортування. Зберігання відходів у міцних мішках або контейнерах, щоб уникнути розсипання. Забезпечення, щоб важкі мішки або контейнери не були переповнені, щоб уникнути травм при їх піднятті. Використання тачок або інших засобів для транспортування важких відходів.

Знання про небезпеки. Освіта про ризики, пов’язані з певними типами відходів. Навчання правильним методам поводження з небезпечними відходами.

Перша допомога. Наявність аптечки першої допомоги для швидкого реагування на можливі нещасні випадки. Знання основ першої допомоги серед тих, хто займається видаленням відходів.

Регулярне прибирання. Часте прибирання місць зберігання відходів для запобігання накопиченню бруду та бактерій.

Моніторинг стану здоров’я. Відстеження стану здоров’я тих, хто регулярно контактує з відходами, особливо якщо вони працюють з потенційно шкідливими матеріалами.

Для мінімізації дії ризиків необхідно впроваджувати комплексні заходи безпеки, включаючи:

– навчання персоналу з питань безпеки та гігієни праці;

– забезпечення засобами індивідуального захисту (респіратори, рукавиці, захисний одяг тощо);

– регулярний медичний контроль стану здоров’я працівників;

– механізація та автоматизація процесів для зниження фізичного навантаження;

– впровадження ергономічних рішень на робочих місцях;

– забезпечення належного утримання обладнання та транспортних засобів;

– розробка планів евакуації та надзвичайних заходів на випадок аварійних ситуацій.

Кожен із можливих ризиків вимагає відповідального підходу та реалізації комплексу заходів з охорони праці. Важливо також проводити регулярні навчання та інструктажі для працівників, що займаються збором та переробкою відходів, а також моніторинг дотримання правил охорони праці.

6.2.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту.

Вибір засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) при видаленні відходів на рівні окремих домогосподарств залежить від різноманітних факторів, включаючи тип відходів, їх потенційну небезпеку, а також умови, в яких відбувається їх збір та видалення. Основні засоби індивідуального захисту, які слід враховувати, наступні.

Захисні рукавички. Найважливіший елемент захисту при роботі з відходами. Вони захищають руки від бруду, різних видів забруднення, гострих предметів та потенційно небезпечних речовин. Важливо вибирати рукавички, які стійкі до проколів і порізів, особливо при роботі з гострими або ламкими предметами.

Захисне взуття. Якщо видалення відходів передбачає важку фізичну роботу або роботу в потенційно небезпечних умовах (наприклад, на сміттєзвалищі), важливо використовувати міцне взуття з захисним носком.

Захисний одяг. В залежності від типу відходів, може бути доцільним використання спеціального захисного одягу, який захищає шкіру від потенційно шкідливих речовин.

Респіратор або маска для обличчя. Якщо існує ризик вдихання шкідливих випарів, пилу або інших частинок, використання респіратора або

захисної маски є критично важливим. Це особливо актуально при роботі з хімічними відходами або відходами, що містять азбест.

Захисні окуляри. Якщо існує ризик потрапляння маленьких частинок, рідин або хімічних речовин в очі, захисні окуляри є необхідними.

Шолом. У деяких випадках, особливо при роботі з великими або важкими відходами, може бути потрібен захисний шолом.

Обґрунтування вибору ЗІЗ полягає в забезпеченні максимального захисту здоров’я та безпеки особи, яка займається видаленням відходів. Важливо враховувати, що неправильне поводження з відходами може призвести до травм, шкірних захворювань, респіраторних проблем та інших загроз для здоров'я. Використання відповідних ЗІЗ допомагає мінімізувати ці ризики.

6.2.3. Інструкція з охорони праці при видаленні відходів на рівні окремих домогосподарств.

Виконувати видалення відходів можуть особи, які ознайомлені з цією інструкцією та мають відповідні навички.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

Переконайтесь, що у вас є відповідні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) – рукавички, захисне взуття, фартух (якщо необхідно).

Перевірте наявність та справність контейнерів для відходів.

Забезпечте доступність інструментів для збору та транспортування відходів (лопати, мітли, візки тощо).

Правила сортування відходів. Сортуйте відходи відповідно до місцевих правил та нормативів: папір, пластик, скло, метал, органічні відходи тощо.

Уникайте змішування небезпечних відходів (батарейки, фарби, хімікати) з побутовими.

Під час роботи. Не перенавантажуйте контейнери та мішки для сміття.

Піднімайте важкі предмети, дотримуючись правил ергономіки (згинайте ноги, тримайте спину прямо).

Уникайте безпосереднього контакту з відходами – завжди використовуйте рукавички.

Не допускайте розсипання сміття під час транспортування.

Особливі вказівки. При виявленні небезпечних відходів (гострі предмети, невідомі хімічні речовини тощо) негайно повідомте відповідні служби.

У разі пошкодження контейнера або іншого обладнання для збору відходів негайно повідомте відповідний комунальний орган.

Після завершення роботи. Промийте та продезінфікуйте руки. Зберігайте засоби індивідуального захисту та інструменти в чистоті та порядку.

Забезпечте правильне утилізування використаних для збору відходів мішків та контейнерів.

Дії у випадку аварійних ситуацій. У випадку травми або погіршення здоров’я негайно зверніться за медичною допомогою.

У разі виявлення пожежонебезпечних або вибухонебезпечних предметів, негайно відступіть та повідомте відповідні служби.

Ця інструкція має бути доступною для ознайомлення всіма особами, які займаються видаленням відходів на рівні домогосподарств. Всі зміни та доповнення до інструкції вводяться в дію після їх офіційного затвердження.

6.3. Розробка заходів з пожежної профілактики.

Заходи з пожежної профілактики при видаленні відходів на рівні домогосподарств є важливими для запобігання виникнення пожеж та забезпечення безпеки. Для попередженні можливих пожеж необхідно дотримуватися наступних ключових рекомендацій.

Сортування відходів. Відокремлюйте легкозаймисті матеріали (папір, картон, деякі види пластику) від інших відходів. Це не тільки сприяє переробці, але й зменшує ризик пожежі.

Обережне поводження з небезпечними відходами. Батарейки, фарби, розчинники та інші хімічні речовини можуть бути легкозаймистими. Їх потрібно зберігати окремо і здавати в спеціальні пункти утилізації.

Уникнення спалювання відходів. Не спалюйте сміття на власному подвір'ї або в місцях, не призначених для цього. Спалювання може призвести до неконтрольованого поширення вогню.

Безпечне зберігання відходів. Зберігайте сміття у негорючих контейнерах, подалі від джерел тепла та відкритого вогню.

Регулярне вивезення сміття. Не дозволяйте накопиченню великої кількості відходів, оскільки це може створити потенційне джерело пожежі.

Використання детекторів диму. Встановіть детектори диму в домі для раннього виявлення пожежі.

Освіта та інформування. Ознайомте всіх членів сім'ї з правилами пожежної безпеки та процедурами у випадку виникнення пожежі.

Перевірка електропроводки та електроприладів. Несправна електропроводка та електроприлади можуть стати причиною пожежі. Регулярно перевіряйте їх стан.

Готовність до надзвичайних ситуацій. Майте план евакуації та засоби для гасіння пожежі (наприклад, вогнегасник) у доступному місці.

6.4. Висновки по розділу

В розділі виконаний аналіз ризиків з охорони праці, пов'язаних з переробкою відходів, що утворилися на рівні окремих домогосподарств. Аналіз включає в себе оцінку потенційних небезпек, які можуть виникнути під час збору, транспортування, сортування, переробки та утилізації таких відходів. Розроблені заходи та рекомендації попередження можливих нещасних випадків.

ВИСНОВКИ

Побутові відходи, а саме їх органічна складова потрібно розглядати не як джерело забруднення довкілля, від якого треба позбутися, складуючи на звалищах, а скоріше як цінний ресурс, що доцільно отримувати в умовах окремих домогосподарств і перетворити на якісне добриво або товарну продукцію.

Виконана випускна кваліфікаційна робота дозволяє зробити такі висновки:

- світові стратегії управління відходами стають більш орієнтованими на кругову економіку. Цей підхід передбачає максимальне повторне використання і переробку ресурсів, щоб мінімізувати відходи.

- вивчення досвіду інших країн по зменшенню обсягів відходів на рівні споживачів свідчить про те, що переважна частина органічних відходів не вивозиться на сміттєзвалища або полігони, а стає цінним органічним добривом;

- з результатів наших експериментів видно, що компостування органічних відходів за допомогою ЕМ-компостерів в умовах окремих домогосподарств є достатньо ефективним, за умови дотримання режимів температури, вологості і ступеню подрібнення відходів. Також нами з'ясовано, що використання ЕМ-препаратів пришвидшують процес дозрівання компосту. Процес дозрівання компосту без мікробіологічних добавок вимагає значно більше часу.

Ці результати свідчать про значний потенціал використання ЕМ-компостерів разом з мікробіологічними препаратами у сфері компостування відходів на рівні окремих домогосподарств. Це дозволить зменшити навантаження на сміттєзвалища і в цілому покращить екологічну ситуацію.

.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бузіна І.М., Рябченко В.С. Переробка органічної складової твердих побутових відходів шляхом компостування. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика (20 листопада 2020 р.). С. 29-30.

2. Вамболь В.В. Ідентифікація джерел формування екологічної небезпеки в місцях несанкціонованого нагромадження відходів. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2016. № 1(96). С. 122-128.

3. Ведмідь А. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні [Електр. ресурс] Режим доступу: stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymyvidhodamy.pdf

4. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. Сільськогосподарська мікробіологія. 2014. Т. 19. № 1. С. 11-20.

5. Горобець О.В., Галіцький В.А. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Наука. Молодь. Екологія – 2016: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (27 травня 2016 р., Житомир) ЖНАЕУ, 2016. С. 97-102.

6. Горох Н.П. Екологічна оцінка шкідливих речовин за комплексної утилізації муніципальних відходів. Комунальне господарство міст: наук.-техн. збірник. Київ: Техніка, 2005. вип. 63. С. 172-181.

7. ГОСТ 26713-85 Добрива органічні. Метод визначення вологості та сухого залишку.

8. ГОСТ 26717-85 Добрива органічні. Метод визначення загального фосфору.

9. ГОСТ 27979-88 Добрива органічні. Метод визначення pH.

10. ДСТУ 7911:2015 Добрива органічні та мінеральні. Методи визначення сумарної масової частки азоту та масової частки амонійного азоту.

11. ДСТУ 7949:2015 Добрива органічні. Метод визначення масової частки загального калію. 55

12. ДСТУ 8454:2015 Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини.

13. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги.

14. Закон Про відходи [Електр. ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр

15. Касімов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н., Коваленко А.М. Тверді побутові відходи. Проблеми і вирішення. Технології, устаткування: навч. посібн. Харків: ХНАМГ, 2006. 301 с.

16. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

17. Ляшенко О.О., Мовсесов Г.Є. Технологія та устаткування прискореного компостування органічних відходів. Співпраця для вирішення проблеми відходів: матеріали III міжнародної конф. (Харків, 7-8 лютого 2006 р.) С. 88- 89.

18. Мальований М.С., Мяновська М.Б., Бахарєв В.С. Склад та потенційні запаси вторинної сировини в твердих побутових відходах міста Житомира. Екологічна безпека. 2013. № 1(15). С. 83-87

19. Матвєєв Ю.Б., Пухнюк А. Ю. Полігони побутових відходів: ситуація та перспективи. Тверді побутові відходи. 2013. № 6. С. 37-42.

20. Охорона праці / К.Н. Ткачук, К.К. Ткачук, Ю.А. Гурін та ін. Кривий Ріг: ВЦ КТУ, 2011. 325 с

21. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «магістр». / Укладач: О.В. Рибалова. Х: НУЦЗУ, 2016. 530 с.

22. Попович В.В. Пожежна небезпека стихійних сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД. Пожежна безпека. №21, 2012. С. 140-147.

23. Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення. [Електр. ресурс]. Режим доступу: 56 http://www.niss.gov.ua/articles/1386/

24. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посіб. Київ: Кондор, 2010. 552 с.

25. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. №18. С. 32-37.

26. СОУ ЖКГ 03.09-014:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів». Видання офіційне, Київ, 2010. 39 с.

27. Сталінська І.В. Особливості екологічної безпеки у системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини». Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26(7). С. 238-244.

28. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт. IFC, 2015. 110 с.

29. Тимошенко С.А., Дудар Т.В. Аналіз впливу на довкілля паперових відходів Києва та Львова та технологій їх утилізації із використанням методу оцінки життєвого циклу. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2013. № 1(78). С. 104-108.

30. Управління відходами в Україні [Електр. ресурс]. Режим доступу: http://ekosphera.org/wpcontent/uploads/2018/02/Ukraine_Newsletter_01_ukr.pdf

31. Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Клименко М.О. та ін. Управління та поводження з відходами: підручник. Одеса: Вид-во ТЕС, 2012. 272 с.

32. Шацький В.В., Поволоцький А.А. Основні вимоги до процесу та біотехнічної системи компостування органічної сировини. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. Т. 157. С. 140-146.

33. Шевченко О.А., Деркачов Е. А. Еколого-гігієнічна оцінка ступеня небезпеки території муніципальних звалищ та заходи щодо їх оздоровлення. 57 Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: зб. наук. статей IV міжнар. наук.-практ. конференції. Одеса, 2002. С. 224-227.

34. Ayilara M. S., Olanrewaju O. S., Babalola O. O., Odeyemi O. Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. Sustainability. 2020, 12, 4456; doi:10.3390/su12114456

35. De Bertoldi, M. The Science of Composting; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013. [Google Scholar]

36. Gonawala Suhas S., Jardosh H. Organic Waste in Composting: A brief review. International Journal of Current Engineering and Technology. Volume 8, No. 1 (Jan/Feb 2018) PP. 36-38, DOI:https://doi.org/10.14741/ijcet.v8i01.10884

37. Saravanan P., Sathish Kumar S., Ignesh A., Ajithan C. Eco-friendly practice of utilization of food wastes. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 2013, Volume 2. Issue 1. PP. 14-17.

38. Sardarmehni M., Levis J. W., Barlaz M. A. What Is the Best End Use for Compost Derived from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste? Environ. Sci. Technol. 2021, 55, PP. 73-81. doi.org/10.1021/acs.est.0c04997

39. Vanlalmawii E., Awasthi M. Municipal Solid Waste Composting – A Review. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology. Volume 4, Issue 2, Spl. Issue-1 Apr.-2016