

2. Shrestha R., Ban S., Devkota S., Sharma S., Joshi R., Tiwari A. P., Kim H. Y., Mahesh Kumar Joshi M. K. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021. Vol. 9, no. 4. P. 105688.
3. Shahrokhi-Shahraki R., Benally C., El-Din M. G., Park J. High efficiency removal of heavy metals using tire-derived activated carbon vs commercial activated carbon: Insights into the adsorption mechanisms. *Chemosphere*. 2021. Vol. 264. P. 128455.
4. Malovanyu M., Palamarchuk O., Trach I., Tymchuk I., Vronska N. Adsorption extraction of chromium ions (III) with the help of bentonite clays. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. № 21. P. 178-185.
5. Яцишин А. В. Особливості впливу золівідвалів підприємств теплоенергетики на навколишнє середовище. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2018. № 28. С. 57–68.
6. Foo K. Y., Nameed B. H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*. 2010. Vol. 156, no. 1. P. 2–10.

ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

ЗАЛЄВСЬКА Р. О., САКАЛОВА Г. В.

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
Kafedra.Chemistry@vspu.edu.ua

Не дивлячись на велику кількість наукових досліджень, проблема утилізації відходів остаточно не вирішена, тому необхідність вивчення перспектив застосування передових, екологічно безпечних технологій утилізації органічних відходів є очевидною. Органічні відходи, які становлять значну частину загальних відходів, найлегше переробляти. Результати переробки мають величезну користь для господарства, надають джерела чистої енергії та покращують загальне становище екосистем [1].

Зважаючи на те, що в Україні 92 % побутових відходів потрапляють на звалища, більшість з них безповоротно втрачаються. Органічні компоненти з високою вологістю швидко загнивають і біологічно розкладаються, вони є джерелом антисанітарії та екологічного забруднення середовища. У разі стихійного загоряння полігонів у атмосферу потрапляють токсичні речовини (діоксини і фурані) [2]. За розрахунками, кожна тонна побутових відходів виділяє від 120 м³ до 200 м³ біогазу, що містить переважно метан (СН₄) та вуглекислий газ (СО₂), із незначними кількостями неметанових органічних сполук [3]. Утворення біогазу та поширення його емісій за межі полігонів ТПВ є не лише проблемою для прилеглих територій та здоров'я населення, але також має суттєвий вплив на глобальний клімат у зв'язку з розповсюдженням метану.

Присутність метану в біогазі привертає увагу інвесторів до проектів дегазації полігонів, оскільки утилізація метану відкриває можливість виробництва тепла та електричної енергії. Такі проекти не лише сприяють зменшенню емісії метану в атмосферу, але й сприяють зменшенню ефекту парникового газу.

Органічні відходи, особливо харчові залишки, можуть стати джерелом шкідливих мікроорганізмів та бактерій, які можуть спричиняти захворювання; розкладання органічних відходів може призводити до неприємних запахів, які можуть перешкоджати мешканцям прилеглих територій і погіршувати якість життя. Необроблені органічні відходи, які потрапляють на землю, можуть забруднювати ґрунт токсичними речовинами та хімічними сполуками, що може вплинути на вирощування сільськогосподарських культур та загальну якість ґрунту.

Проте світовий досвід свідчить, що органічні відходи можуть бути не лише забруднювачами довкілля, але і джерелами біодобрив та біогазу. Для їх отримання необхідно застосовувати біологічні методи утилізації органічних відходів.

Таблиця 1 – Вихід біогазу внаслідок органічного розкладання відходів

Субстрат	Вихід біогазу, м ³ /тонну субстрату	Вихід метану, м ³ /тонну субстрату
Органічна сировина тваринного походження		
Гнійна рідота ВРХ	20–30 (середнє значення 25)	11–19 (середнє значення 14)
Свинячий гній	20–30 (середнє значення 28)	12–21 (середнє значення 17)
Твердий гній ВРХ	60–120 (середнє значення 80)	33–36 (середнє значення 34)
Пташиний послід	130–270 (середнє значення 140)	70–140 (середнє значення 90)
Органічна сировина рослинного походження		
Кукурудзяний силос	170–230 (середнє значення 200)	89–120 (середнє значення 106)
Солом'яно-зернова силосна маса	170–220 (середнє значення 190)	90–120 (середнє значення 105)
Зерно злаків	(середнє значення 620)	(середнє значення 320)
Трав'яний силос	170–200 (середнє значення 180)	93–109 (середнє значення 98)
Цукровий буряк	120–140 (середнє значення 130)	65–76 (середнє значення 72)
Кормовий буряк	75–100 (середнє значення 90)	40–54 (середнє значення 50)

До таких методів належить компостування – це природний процес розкладання органічних відходів в аеробних умовах за участю біологічних організмів. Утворення компосту відбувається в результаті часткового розкладання окремих продуктів, які містять органічну речовину й неорганічні баластові речовини. У відходах зазвичай міститься власна ендогенна змішана мікрофлора. Мікробна активність зростає, коли вміст води та концентрація

кисню досягають необхідного рівня. Крім кисню та води, мікроорганізмам необхідні джерела вуглецю, азоту, фосфору, калію та певних мікроелементів для росту та розмноження. Зазвичай ці потреби задовольняються речовинами, які містяться в органічних відходах. Мікроорганізми споживають органічні відходи як харчовий субстрат і розмножуються, в результаті чого вони виробляють воду, діоксид вуглецю, органічні сполуки та енергію. Частина цієї енергії, яка вивільняється під час біологічного окислення вуглецю, використовується в метаболічних процесах мікроорганізмів, а інша частина виділяється у вигляді тепла. Кінцевий продукт компостування, який називається компостом, містить найбільш стабільні органічні сполуки [3].

Ще одним перспективний напрямом у компостуванні є вермикультивування – це сучасна біотехнологія, за допомогою якої органічні відходи можна не тільки ефективно утилізувати, а й трансформувати в повноцінні тваринні білки, а також біогумус [4]. Даний процес відбувається за рахунок спеціальних організмів, які в процесі своєї життєдіяльності перетворюють субстрат (відходи) в повноцінний білок і біогумус. Вихід готового продукту досягає 40–60 %, тобто з однієї тони відходів можна отримати 400–600 кг біогумусу – цінного органічного добрива, а також 100 кг білкової маси, яку можна використати для годівлі тварин, птахів чи риби. У невеликих господарствах можливо протягом року утилізувати до 2 т відходів, отримавши при цьому 40–45 кг живої маси.

За анаеробних умов отримують біогаз з органічних відходів. В анаеробному процесі розкладання органічних (сільськогосподарських, харчових) відходів утворюються газова суміш (біогаз). Залежно від якості сировини й технології обробки, біогаз містить 55–75 % метану. Інші істотні складові частини біогазу – двоокис вуглецю 30–40 %, водень 5–10 %, азот 1–2 % і сірководень [4]. Анаеробне зброджування здійснюється в реакторах (метантенках).

Крім того, існують інші економічно вигідні методи утилізації органічних відходів, які походять від рослинництва (солома, кукурудзяні качани і стебла та ін.) а також відходи цукрової та олійно-жирової промисловості. Такі відходи можуть бути використані як корм для тварин або птиці. Паралельно з цим з відходів можуть бути вироблені корисні продукти, такі як целюлоза, папір, картон, масло, дріжджі, лимонна кислота та ін.

Різноманітні напрямки використання органічних відходів та їх ефективне поєднання демонструють, що управління органічними відходами може бути не

лише екологічно корисним, але й економічно вигідним, сприяючи оптимальному використанню ресурсів та розвитку сталого виробництва.

Біологічні методи переробки органічних відходів є ефективними з екологічних та економічних поглядів. Ці методи можуть бути застосовані як у домашніх господарствах, так і в централізованих системах утилізації. Вони вимагають менше трудових і матеріальних ресурсів порівняно з іншими методами обробки органічних відходів.

Література

1. Organic Waste Recycling: How To Recycle Organic Waste? Earth Reminder. URL.: <https://www.earthreminder.com/organic-waste-recycling-process-and-steps/> (дата звернення 21.09.2023)
2. Горобець О. В. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 102 с.
3. Tymchuk I., Shkvirko O., Sakalova H., Malovanyu M., Dabizhuk T., Shevchuk O., Vasylynych T. Wastewater a Source of Nutrients for Crops Growth and Development. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol.21. №5. P.88–96.
4. R. Korol, H. Sakalova. Methanogenesis of waste in technical systems as an energy conservation factor. *Personality and Environmental Issues*, 2022. Vol.1. Issue.2. P. 22–26.

ЕТАПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

ІЛЛЯШ О. Е., ГОЛІК Ю. С., ЧЕПУРКО Ю. В., СЕРГА Т. М.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
iloks2504@gmail.com, golik38@i.ua, juliakorzh2003@gmail.com,
tetjanaserga@gmail.com

Однією із ключових складових формування сфери управління відходами на регіональному рівні є планування системи управління побутовими відходами [1], що ґрунтується на даних стосовно кількісних і якісних характеристик побутових відходів, а саме обсягів утворення даних відходів та компонентного (морфологічного) їх складу. Тому одним із нагальних завдань при розробленні проекту «Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року» стало визначення кількісних і якісних характеристик побутових відходів та подальше прогнозування динаміки їх зміни для можливості