

Fermentacja i kompostowanie odpadów organicznych

# Twórczy ferment



Prof. dr hab. inż.  
Czesława Rosik-Dulewska  
zajmuje się problematyką  
gospodarki odpadami  
i ochrony gleb

**CZESŁAWA ROSIK-DULEWSKA**  
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska, Zabrze  
Polska Akademia Nauk  
dulewska@ipis.zabrze.pl

**Odpady organiczne stanowią znaczny procent tego, co trafia na składowiska. Nie powinno tak być. Podobnie jak plastiki czy metale bioodpady to cenny surowiec wtórny**

Od lat mówi się o konieczności zmniejszenia ilości składowanych odpadów poprzez wykorzystanie jak największej ich części w charakterze surowców wtórnych. Jednak aż 96% odpadów komunalnych w naszym kraju to wciąż odpady niesortowane. Śmieciarki wywożą z miast i miasteczek mieszaninę foliowych toreb, butelek, gazet i obieków z warzyw, której ponowne rozdzielanie jest trudne i kosztowne. Zwłaszcza materiał organiczny nie powinien trafiać na składowiska, bo w wyniku procesów biochemicznych szybko ulega rozkładowi, po którym nadaje się do wykorzystania jako nawóz.

Narastające problemy z odzyskiwaniem i unieszkodliwianiem frakcji organicznej odpadów, zwłaszcza stałych odpadów komunalnych, przyczyniają się do coraz większego zainteresowania różnymi technologiami ich przetwarzania. Dyrektywa z 1999 roku oraz stosowne ustawy krajowe wymuszają na krajach członkowskich Unii Europejskiej stopniową redukcję zawartości frakcji organicznej w odpadach trafiających na składowiska. Chodzi zwłaszcza o działania strategiczne zmierzające do wydzielenia i wykorzystania frakcji organicznej odpadów komunalnych.

## Zła mieszanka

W wypadku odpadów segregowanych już u źródła wachlarz metod odzysku i unieszkodliwiania jest bardzo szeroki: od prostych technologii kompostowania do skomplikowanych procesów termicznych. Do bezpośredniego przerobu nadają się organiczne odpady z gospodarstw domowych oraz odpady zielone (np. skoszona trawa z parków) i z przetwórstwa rolno-spożywczego. Nie muszą one trafiać na składowiska. Wystarczy, że samorządy zainwestu-

W odpadach mieszanych  
zrzuconych na wysypiska  
materia organiczna  
jest zanieczyszczona  
i zazwyczaj nadaje się  
tylko do odzysku biogazu



Relph125/StockPhoto



ją w rozwój lokalnych kompostowni lub w technologie fermentacji metanowej.

W wypadku mieszanych odpadów komunalnych kwestia jest dużo bardziej złożona. Jako że nie zaleca się ich kompostowania ze względu na stopień zanieczyszczenia otrzymanego kompostu metalami ciężkimi i innymi substancjami szkodliwymi dla środowiska przyrodniczego, należy je wcześniej rozdzielić.

Sposobem na częściowe rozwiązanie problemów związanych ze składowaniem odpadów organicznych jest odgazowywanie składowisk. Jest to metoda dość powszechnie stosowana. W Polsce instalacje do odgazowywania ma jedna czwarta czynnych składowisk. Jednak bardziej zasadny jest odzysk odpadów organicznych przed ich składowaniem, co wymaga wprowadzenia selektywnej zbiórki oraz biologicznego przetwarzania w sposób zorganizowany.

Zasadniczym celem recyklingu odpadów organicznych, także tych wydzielonych z odpadów komunalnych, jest zmniejszenie ilości odpadów deponowanych na składowiskach oraz potrzeby ich odzysku. Liczy się jednak również aspekt ekonomiczny, dlatego że każde działanie w tym zakresie wcześniej czy później będzie oceniane pod względem opłacalności.

### Z tlenem czy bez tlenu

Istnieją dwa podstawowe procesy przetwarzania wysegregowanych bioodpadów: kompostowanie i fermentacja. Kompostowanie jest procesem, w którym dominuje rozkład tlenowy. To metoda najczęściej stosowana, zwykle w otwartych przyzmacz. Fermentacja natomiast jest procesem beztlenowym wymagającym ograniczenia dopływu powietrza atmosferycznego. Uważa się, że każdy z tych procesów jest dobry, o ile prowadzony jest prawidłowo i przynosi wymierne efekty. Niekiedy stosuje się również kombinację obu metod.

Zarówno kompostowanie, jak i fermentacja mają wiele ograniczeń. Odpady łatwo rozkładalne biologicznie, ale o dużej wilgotności, mogą stwarzać problemy podczas kompostowania, ponieważ prowadzą do powstawania stref beztlenowych wewnątrz kompostującego złoża. Także nie wszystkie odpady nadające się do kompostowania można poddawać fermentacji. Z badań wynika, że z ogólnej masy odpadów biologicznie rozkładal-



Czesława Rosik-Dulewska

nych 50–66% nadaje się bardziej do fermentacji niż do kompostowania.

Tradycyjne kompostowanie odpadów organicznych, wydzielonych z odpadów komunalnych, wymaga nakładów na prowadzenie procesu w otwartych przyzmacz naziemnych lub w specjalnych systemach bioreaktorów. Podobnie beztlenowa fermentacja rozdrobnionych i uwodnionych odpadów wiąże się z nakładami na budowę zamkniętych komór fermentacyjnych także nazywanych bioreaktorami.

Kompostowanie w bioreaktorach stosowane jest na dużą skalę od ponad 30 lat i cieszy się opinią bardzo skutecznej technologii przetwarzania bioodpadów. Z kolei fermentacja do 1995 roku była uważana – w odniesieniu do frakcji organicznej odpadów komunalnych – za technologię niedostatecznie rozpoznaną i kosztowną. Dlatego budowano głównie instalacje do kompostowania, wybierając mniejsze ryzyko i niższe koszty inwestycyjne. Postęp w zakresie badań procesu fermentacji oraz informacje uzyskiwane z eksploatacji funkcjonujących na świecie instalacji udowodniły jednak, że beztlenowa przeróbka odpadów może być konkurencyjna w stosunku do kompostowania, zarówno pod względem efektów, jak i kosztów.

Rozważając wybór metody przetwarzania, należy więc wziąć pod uwagę określone kryteria, takie jak ilość i rodzaj odpadów przewidzianych do przeróbki, warunki lokalizacyjne, akceptacja społeczna i możliwość zbytu produktu finalnego (kompost, biogaz). Wybór technologii i wydajność obiektu muszą być

**Bioreaktor do kompostowania odpadów organicznych w technologii MUT Dan**



## Fermentacja i kompostowanie odpadów organicznych

Czesława Rożik-Dulewska



Kompostowanie na wolnym powietrzu jest najbardziej rozpowszechnioną metodą unieszkodliwiania odpadów organicznych, lecz nie zawsze najbardziej optymalną

dostosowane do gwarantowanej ilości odpadów z uwzględnieniem możliwości rozbudowy obiektu. Według przyjętej ogólnej zasady jedna kompostownia powinna obsługiwać rejon o promieniu maksymalnie 30 km.

Stosowanie technologii beztlenowych jest uzasadnione ekonomicznie wyłącznie w przypadku dużych obiektów o wydajności powyżej 40 tys. ton rocznie. W przypadku procesów tlenowych, niezależnie od zastosowanej technologii kompostowania, jakość produktu (kompostu) zależy głównie od składu materiału wyjściowego. O wyborze technologii powinny decydować takie czynniki, jak ilość odpadów, przeznaczenie kompostu oraz warunki terenowo-klimatyczne. Jeśli więc istnieje możliwość zbytu kompostu dla celów nawozowych, lepiej jest kompostować odpady zbierane selektywnie, np. w technologii MUT Kyberferm, MUT Herhof czy SDE. Natomiast gdy kompost ma służyć do rekultywacji lub być składowany, można zaryzykować kompostowanie odpadów zmieszanych, np. w technologii MUT Dano.

### Energia i nawóz

W ostatnich latach technologie fermentacji frakcji organicznej wydzielonej z odpadów komunalnych cieszą się coraz większą popularnością. W wyniku ich stosowania uzyskuje się biogaz o dużej zawartości metanu oraz tak zwaną resztę poprocesową, która po przepro-

wadzeniu dodatkowego dojrzewania w warunkach tlenowych nadaje się do wykorzystania jako kompost. Obecnie stosowana jest fermentacja mokra albo fermentacja sucha. Obie te metody nadają się do przetwarzania zarówno bioodpadów zbieranych selektywnie, jak i frakcji organicznej z odpadów zmieszanych.

O przydatności tego rozwiązania w konkretnych przypadkach decyduje jednak efekt końcowy, czyli ilość wytwarzanego biogazu przekładająca się na możliwe do uzyskania nadwyżki energii elektrycznej i cieplnej, którą można sprzedać, oraz jakość kompostu. Problem w tym, że niektóre technologie fermentacji opracowano z myślą przede wszystkim o unieszkodliwieniu odpadów, a uzyskana energia elektryczna i cieplna jest w nich traktowana jako produkt uboczny. Z drugiej strony istnieją technologie traktujące odpady organiczne przede wszystkim jako źródło biogazu uznawanego za paliwo alternatywne, natomiast unieszkodliwianie odpadów jest w nich kwestią drugorzędną. Dlatego też wybór konkretnej technologii powinien być poprzedzony dokładną analizą potrzeb i możliwości.

W porównaniu z kompostowaniem beztlenowa fermentacja ma liczne zalety. Przede wszystkim proces trwa o połowę krócej. Instalacja fermentacyjna wymaga też o 30% mniej powierzchni niż np. kompostownia lub tylko dojrzewanie w pryzmach. Kolejna duża zaleta to brak przykrych zapachów – z bio-



reaktora fermentacji beztlenowej odory są odciągane i oczyszczane w biofiltrach; podobne rozwiązanie stosuje się tylko w kompostowniach z bioreaktorem. Poprocesowa masa z fermentacji charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami nawozowymi, a gdy jest zbyt zanieczyszczona, by mogła być użyta w tym charakterze, daje się zagęścić do ponad 1,3 tony/m<sup>3</sup>, co pozwala optymalnie wykorzystać pojemność składowisk. Wreszcie podczas fermentacji rozkłada się większy odsetek materiału organicznego niż w procesie kompostowania, co sprawia, że reszta poprocesowa jest niewielka. Ponadto fermentacja metanowa wiąże się z dodatnim bilansem energetycznym.

### Kwestia jakości

Jakość kompostów powstałych w wyniku recyklingu organicznego, w tym unieszkodliwiania odpadów komunalnych metodą kompostowania, jest podstawą do określenia jego przydatności. Ze względu na ryzyko zanieczyszczenia gleb, wód i płodów rolnych kompost musi spełniać ściśle określone normy. Szczegółowo określają one zawartość podstawowych składników odżywczych, dopuszczalną zawartość metali ciężkich oraz obecność mikroorganizmów chorobotwórczych.

Aby określić przydatność kompostów jako nawozu, w Instytucie Podstaw Inżynierii Środowiska w Zabrze przeprowadzono wieloletnie badania kompostów uzyskanych w technologii MUT Dano z odpadów komunalnych z rejonu Katowic. Technologia ta opracowana została z myślą o kompostowaniu mieszanych odpadów komunalnych, lecz w trakcie badań w Katowicach wprowadzono program segregacji, więc przetwarzany był materiał częściowo selekcyjowany. Badania prowadzono przez 10 lat. Wyniki są bardzo ciekawe.

Ważnym kryterium oceny kompostów pod kątem ich przyrodniczego wykorzystania jest całkowita zawartość metali ciężkich. Jednak niektóre z tych metali tworzą nierozpuszczalne związki, które nie będą w przyszłości dostępne dla roślin. Dopiero poznanie powiązań chemicznych tych metali daje więc możliwość prognozowania zmian zachodzących w środowisku glebowym i wodnym.

W trakcie badań stwierdzono, że zawartość metali ciężkich w kompostach zmieniała się w dużym zakresie. W kilku sezonach przekroczone została co prawda norma dla ołowiu i cynku, wykluczając tym samym możliwość przyrodniczego zastosowania tych kompostów, jednak po wprowadzeniu częściowej selektywnej zbiórki bioodpadów średnia zawartość metali ciężkich znacznie się obniżyła. Co ciekawe, wprowadzenie segregacji odpadów pociągnęło za sobą niekorzystną zmianę w składzie chemicznych powiązań metali ciężkich: choć ilościowo było ich mniej, większy ich odsetek był słabo związany, co zwiększa ryzyko, że wejdą one do łańcucha pokarmowego. Wydaje się też, że szczególnie miedź, nikiel i chrom wykazują tendencję do gromadzenia się w materii organicznej. Wskazuje to na konieczność dokładnego monitorowania stężenia tych pierwiastków w produkowanych kompostach.

Bez względu na to, czy wybierzemy kompostowanie czy fermentację, przetwarzanie materii organicznej pozwala zmniejszyć objętość składowanych odpadów komunalnych aż o 25–40%. Gwarantuje to częściowe spełnienie wymagań Unii Europejskiej w zakresie zmniejszenia strumienia odpadów organicznych usuwanych na składowiska. ■

### Chcesz wiedzieć więcej?

- Rosik-Dulewska Cz. (2007). *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Rosik-Dulewska Cz. (2005). Recykling odpadów organicznych, kompostowanie czy fermentacja metanowa – za i przeciw. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia i Geotechnika*, 4.
- Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów (OJ L 182 16.07.1999 p. 1).



**W rejonach wiejskich resztki organiczne zwykle trafiają na przydomowy kompost. W miastach ich odzysk i przeróbka wymagają działań logistycznych i edukacyjnych**