

# INSTALACJE DO PRZEMYSŁOWEGO KOMPOSTOWANIA BIOODPADÓW: WADY I ZALETY

Streszczenie

*Odpady ulegające biodegradacji stanowią frakcję o specyficznych właściwościach. Jednym ze sposobów ich zagospodarowania jest poddanie ich odzyskowi R3 - kompostowaniu. Prawidłowy przebieg tego procesu i uzyskanie finalnego produktu w postaci kompostu wymaga jednak odpowiedniego doboru instalacji, która pozwoli na wystąpienie intensywnej fazy termofilnej. W artykule omówiono podstawowe typy instalacji do przemysłowego kompostowania odpadów, mając na uwadze ich wady oraz zalety.*

**Słowa kluczowe:** bioodpady, kompostowanie, kompost, instalacje

## Wstęp

Z każdym rokiem na terenach zurbanizowanych rośnie liczba powstających bioodpadów. Przyczyną takiego stanu jest przede wszystkim poprawa poziomu życia społeczeństwa oraz zwiększenie świadomości w zakresie ochrony środowiska, w tym i gospodarki odpadami [1].

W odniesieniu do odpadów ma to związek między innymi z prawidłową ich gospodarką opartą na segregacji, co z kolei stwarza możliwości ograniczenia negatywnego wpływu odpadów na środowisko [2].

Specyficzną grupą w całym strumieniu odpadów są odpady ulegające biodegradacji [3]. Odpady te charakteryzują się na ogół wysoką zawartością substancji organicznej oraz dużym uwilgotnieniem. Obie te cechy w głównej mierze decydują o możliwości przetworzenia odpadów z tej grupy.

Właściwe podejście, jak i przepisy prawne, wymagają kierowania coraz większego strumienia odpadów organicznych do procesu biologicznego przetwarzania, ograniczając tym samym ich ilość trafiającą na składowiska [2]. Jednym z takich aktów prawnych jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 maja 2012 r. w sprawie poziomów ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania oraz sposobu obliczania poziomu ograniczania masy tych odpadów [4]. Załącznik 1 powyższego rozporządzenia określa dopuszczalne poziomy masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji w stosunku do bazowego roku 1995, które mogą być przekazane do składowania. Mając na uwadze tak rygorystyczne wymogi należy szukać i wdrażać inne, niż składowanie, możliwości unieszkodliwienia odpadów tej grupy.

Bioodpady, w tym i te wydzielone z odpadów komunalnych, najczęściej poddaje się odzyskowi na drodze kompostowania, jak i rozprowadzeniu na polach w celach nawozowych lub ulepszeniu gleby, a w mniejszym stopniu przetwarzaniu na biogaz.

Kompostowanie jest od kilkunastu lat coraz częściej stosowaną metodą odzysku odpadów ulegających biodegradacji [5]. By jednak proces przemian i stabilizacji przebiegał prawidłowo, a sam kompost można było uznać za finalny produkt dobrej jakości, należy zadbać o właściwy dobór instalacji oraz zachować odpowiednie parametry samego procesu [6].

## Przebieg procesu kompostowania

Kompostowanie jest jednym z rodzajów odzysku, czyli procesu, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu przez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym przypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub ogólnie w gospodarce [7].

Według Manczarskiego [8] kompostowanie to „auto-termiczny i termofilny rozkład selektywnie zebranych bioodpadów, w obecności tlenu i kontrolowanych warunkach, przez mikro- i makroorganizmy w celu produkcji kompostu”. Cytowany autor zwraca uwagę na dwa najważniejsze elementy, które są niezbędne dla prawidłowego przebiegu procesu: obecność tlenu oraz mikroorganizmów. Dostarczanie tlenu do kompostowanych odpadów pozwala na ciągłe usuwanie z nich nadmiaru wody oraz umożliwia biologiczną aktywność organizmom rozkładającym substancje organiczne [9]. Wśród mikroorganizmów dominujących w trakcie trwania całego procesu uznaje się bakterie, a w dalszych fazach promieniowce oraz grzyby. To właśnie działalność różnych form życia przy stałym dostępie tlenu i substratów będących pożywieniem umożliwia prawidłowy przebieg procesu kompostowania, który jest określany głównie przez zmiany temperatury, a w mniejszym stopniu zmianami pH [10].

## Instalacje do kompostowania

Proces kompostowania odbywa się w czterech kolejno przebiegających fazach: mezofilnej, termofilnej, chłodzenia oraz dojrzewania [11]. Biorąc pod uwagę dobór instalacji przemysłowych należy kierować się ich przystosowaniem do przemian procesowych zachodzących w trakcie trzech pierwszych faz. Natomiast w fazie dojrzewania, która jest najdłuższą z faz dochodzi do stabilizacji kompostu oraz powstawania substancji próchnicznych [12]. W związku z tym sama instalacja ma niewielki wpływ na jej przebieg, a zdecydowanie ważniejszym czynnikiem wydaje się być czas dojrzewania [13].

Najprostszym, a zarazem najwcześniej stosowanym sposobem kompostowania jest przebieg procesu prowadzony na pryzmach, z okresowym mieszaniem odpadów (rys. 1).

Zabieg ten sprzyja homogenizacji mieszanki substratów poddanych kompostowaniu oraz dostarcza tlenu niezbędnego do prawidłowego przebiegu procesu [14, 15]. Zaletami kompostowania pryzmowego są przede wszystkim niskie koszty inwestycyjne oraz prosta technologia [16]. Z kolei jako wady należy uznać stosunkowo duże zapotrzebowanie na powierzchnię oraz dużą podatność pryzm na warunki atmosferyczne, zwłaszcza w przypadku braku zadaszenia.



(fot. / photo J. Czekala)

Rys. 1. Aeracja pryzmy na otwartej kompostowni w Czarnkowie  
Fig. 1. Aeration of heap in open composting plant in Czarnków

Jednym z wielu przykładów kompostowania pryzmowego jest technologia SDE (Systemy Dla Ekologii). W systemie SDE kompostowanie zachodzi w trzech zasadniczych fazach [17]. W fazie pierwszej na betonowych płytach, dochodzi do rozkładu biomasy oraz jej natleniania. Proces ten jest pod stałą kontrolą i pozbawiany odorów, które są wychwytywane przez działanie podciśnienia i kierowane do procesu biofiltracji. W kolejnych fazach kompost przemieszczany jest za pomocą ładowarek i przyczep na specjalnie przystosowane płyty, gdzie zachodzi proces dojrzewania i stabilizacji kompostu. Do największych zalet tego typu instalacji zaliczyć należy dużo niższe koszty niż w instalacjach kontenerowych oraz możliwość ciągłego rozwoju instalacji [17]. Przykładem tego typu instalacji działającym od kilku lat jest Kompostownia SDE w Rumianku gm. Tarnowo Podgórze (Wielkopolska), która oprócz gminy Tarnowo Podgórze obsługuje jeszcze kilka podpoznańskich gmin.

Innym typem kompostowania pryzmowego jest kompostowanie tunelowe zachodzące w instalacjach podobnych do technologii rzędowych, czy systemu SDE omówionego powyżej [18]. Zasadniczą różnicą jest jednak występowanie zadaszenia w systemach tunelowych.

Omówione wyżej metody można zaliczyć do kompostowania pryzmowego, zwanego inaczej otwartym. Drugą grupę metod kompostowania stanowią technologie zamknięte (rys. 2). Cechą wspólną technologii zamkniętych jest przebieg procesu w reaktorach, którymi są najczęściej komory lub kontenery [19]. Charakteryzują się one dużym zapotrzebowaniem energetycznym w trakcie użytkowania. W przypadku systemów otwartych wystarczały tylko płyty, a czasem zadaszenie i stosunkowo proste systemy natleniające pryzmy. Technologie reaktorowe wymagają natomiast budowy bardziej precyzyjnych instalacji charakteryzujących się lepszym sposobem natleniania i ujmowaniem odcieków z komory [20]. Po zakończeniu procesu kompostowania, który trwa najczęściej 2-3 tygodnie kompost poddaje się dojrzewaniu najczęściej w formie pryzm, jak miało to miejsce w omówionych wcześniej technologiach.



(fot. / photo J. Czekala)

Rys. 2. Kompostowanie termofilne w reaktorach  
Fig. 2. Thermophilic composting in reactors

Największą wadą, a zarazem barierą tego typu instalacji są wysokie nakłady finansowe związane z ich budową, jak i użytkowaniem instalacji. Duże nakłady na tę technologię dają podstawę oczekiwania wielu zalet. Najważniejszymi z nich są: niezależność od warunków pogodowych, precyzyjne kontrolowanie procesu oraz możliwość odzysku i użytkowania ciepła z instalacji.

Jednym z systemów kompostowania komorowego jest system KNEER, w którym po około 14 dniowym cyklu kompostowania odpadów organicznych w reaktorach powstały kompost charakteryzuje się dużą homogenicznością.

Podstawowy układ technologiczny składa się z 8 kontenerów kompostujących o pojemności ok. 25 m<sup>3</sup> każdy, 1 kontenera z filtrem biologicznym, 1 kontenera stacji sprężarkowej, 1 kontenera administracyjnego z komputerem sterującym pracą oraz systemu rurociągów na- i odpowietrzających kontenery. Taki podstawowy układ umożliwia kompostowanie ok. 3 000 Mg odpadów organicznych rocznie [21].

## Wnioski

- Dobór technologii do kompostowania powinien być dokonany rozważnie, biorąc pod uwagę wiele czynników, w tym typ i masę surowców do przetwarzania, oraz możliwości finansowe.
- Bez względu na technologię kompostowania w samym jego procesie należy ściśle kontrolować jego przebieg, szczególnie fazę termofilną, celem uzyskania produktu finalnego - kompostu, który jako nawóz organiczny musi spełniać obowiązujące wymogi prawne.
- Kompost winien być pozbawiony wszelkich patogenów i musi charakteryzować się dobrą dojrzałością i stabilnością.

## Bibliografia

- [1] Czop M., Królikowsta D., Kubik M., Siudra P.: Badanie podstawowych właściwości nawozowych odpadów kuchennych. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 2012, Vol. 14, Nr 4, 95-102.
- [2] Olczyk W.: Wpływ selektywnej zbiórki odpadów komunalnych na właściwości kompostów. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 2012, Vol. 14, Nr 4, 103-110.



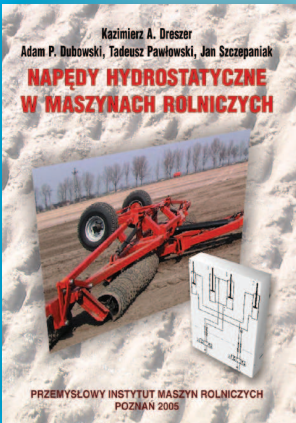
- [3] Dach J., Zbytek: Recykling organiczny osadów ściekowych przy zastosowaniu ciągnikowego aeratora przyz. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2005, Vol. 50(1), 24-27.
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 maja 2012 r. w sprawie poziomów ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania oraz sposobu obliczania poziomu ograniczania masy tych odpadów (Dz.U. 2012 poz. 676).
- [5] Kucharczak K., Stepień W., Gworek B.: Kompostowanie odpadów komunalnych jako metoda odzysku substancji organicznej. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 2010, nr 42, 240-254.
- [6] Pilarski K., Pilarska A.: Parametry procesu kompostowania. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2009, nr 1.
- [7] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 tom 1).
- [8] Manczarski P.: Kompostowanie odpadów komunalnych. Referat na Forum Technologii Ochrony Środowiska POLEKO, Poznań, 2007.
- [9] Shi W., Norton J. M., Miller B.E., Pace M. G.: Effects of aeration and moisture during windrow composting on the nitrogen fertilizer values of dairy waste composts. Applied Soil Ecology, 1999, 11, 17-28.
- [10] Yamada Y., Kawase Y.: Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption. Waste Management, 2006, 26, 49-61.
- [11] Gajewska J., Miszczyk A.: Przemiany mikrobiologiczne podczas kompostowania odpadów organicznych. [w:] Komposty z odpadów komunalnych. Produkcja, wykorzystanie i wpływ na środowisko. (red. Drozd J.), 2004, PTSH, Wrocław, 110-119.
- [12] Filipek-Mazur B., Tabak M.: Zmiany zawartości popiołu, węgla organicznego ogółem oraz węgla związków próchnicznych w osadzie ściekowym kompostowanym z dodatkiem słomy. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, 2010, 14, 57-64.
- [13] Czeakała J., Czeakała W.: Wpływ różnych odpadów organicznych na dynamikę zmian zawartości suchej masy, materii organicznej oraz węgla organicznego w kompostach. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2012, Vol. 57(3), 47-50.
- [14] Aniszewska M.: Nowoczesne samojezdne maszyny do przerobu przyz kompostowych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2007, nr 4.
- [15] Baeta-Hall L., Ceusaagua M., Lourdes Bartolomeu M., Anselmo A. M.: Bio-degradation of olive oil husks in composting aerated piles. Bioresource Technology, 2005, 96, 69-78.
- [16] Puyuelo B., Gea T., Sánchez A.: A new control strategy for the composting process based on the oxygen uptake rate. Chemical Engineering Journal, 2010, 165, 161-169.
- [17] <http://www.kompostowanie-sde.pl>
- [18] Composting processing technologies [http://www.compost.org/pdf/compost\\_proc\\_tech\\_eng.pdf](http://www.compost.org/pdf/compost_proc_tech_eng.pdf)
- [19] Olszewski T., Dach J., Jędrus A.: Modelowanie procesu kompostowania nawozów naturalnych w aspekcie generowania ciepła. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2005, Vol. 50 (2), 40-42.
- [20] Boniecki P., Dach J., Pilarski K., Piekarska-Boniecka H.: Artificial neural networks for modeling ammonia emissions released from sewage sludge composting. Atmospheric Environment, 2012, 57, 49-54.
- [21] [http://www.horstmann.pl/\\_pl/kompostownie.shtml](http://www.horstmann.pl/_pl/kompostownie.shtml)

## COMPOSTING SYSTEMS FOR INDUSTRIAL BIOWASTES: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

### Summary

*Biodegradable wastes are the fraction with specific properties. Recycling process, officially named R3 composting is one of the methods of their management. However, proper run of this process and obtaining of good quality of compost need optimal installation choice in order to guarantee the thermophilic phase of composting. This paper presents basic types of installations for industrial methods of composting as well as their advantages and disadvantages were mentioned.*

**Key words:** biological waste, composting, compost, installations



**NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH**

ISBN 83-921598-2-9

Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31  
tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;  
e-mail: [office@pimr.poznan.pl](mailto:office@pimr.poznan.pl); Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>