

1. Wstęp

Jednym ze skutków gospodarczej działalności człowieka jest powstawanie dużych ilości odpadów komunalnych i przemysłowych. Ocenia się, że na 1% przyrostu ludności miejskiej przypada 5–8% wzrostu produkcji odpadów. W miarę postępującego szybkiego rozwoju przemysłu oraz coraz większych skupisk ludności bardzo ważnym problemem ekonomicznym i ekologicznym jest właściwe zagospodarowanie coraz większych ilości odpadów. Intensywny rozwój miast nie ukształtował jeszcze optymalnego pod każdym względem modelu unieszkodliwiania odpadów komunalnych. W ciągu ostatniego wieku problem usuwania i unieszkodliwiania odpadów stał się jednym z podstawowych zagadnień ochrony środowiska i gospodarki komunalnej we wszystkich większych skupiskach ludności. Działalność gospodarcza i użytkowanie miast nie mogą być jednak stale realizowane w sprzeczności z zasadami ochrony środowiska przyrodniczego. Konieczność jego ochrony staje się jednym z głównych czynników określających kierunki rozwoju technologii przemysłowych i biotechnologii unieszkodliwiania odpadów. Prognozuje się, że w Polsce ilość odpadów komunalnych produkowanych w ciągu roku przez jednego mieszkańca wzrośnie od $0,9 \text{ m}^3$ w 1970 roku do $2,5 \text{ m}^3$ w roku 2000 (5,7). Jedną z powszechniej stosowanych metod utylizacji odpadów komunalnych i części odpadów pochodzenia rolniczego, obok składowania na wysypiskach sanitarnych lub spalania, jest ich częściowy rozkład biologiczny, czyli kompostowanie.

2. Przetwarzanie odpadów organicznych metodą kompostowania

Kompostowanie odpadów organicznych, naturalny proces wykorzystywany praktycznie przez człowieka od tysięcy lat, stało się obecnie podstawą rozmaitych biotechnologii przeróbki odpadów pochodzących z terenów miejskich i rolniczych z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych. Metoda ta w porównaniu ze składowaniem odpadów na wysypiskach ma wiele zalet; charakteryzuje się głównie wysokim stopniem sanitarnego unieszkodliwiania odpadów. Poprzez kompostowanie odpadów następuje także obniżenie ich objętości do około 20% objętości wyjściowej. Powoduje to, że stosowanie tej metody w porównaniu z wysypiskami pozwala zaoszczędzić aż około 65% powierzchni użytkowej przeznaczonej dla utylizacji odpadów.

Kompostowanie to cały kompleks procesów biochemicznego rozkładu odpadów organicznych w warunkach tlenowych, w których część substancji organicznej zawartej w odpadach ulega rozkładowi w wyniku działania mikroorganizmów (głównie bakterie, grzyby, promieniowce) do prostych połączeń (CO_2 , H_2O), przy jednoczesnym powstawaniu szeregu stabilnych produktów o właściwościach próchnicy. Procesowi rozkładu substancji organicznej w warunkach tlenowych towarzyszy wydzielanie dużych ilości ciepła. Powoduje to ogrzanie się masy przerabianych odpadów do temperatury, którą tolerują jedynie mikroorganizmy termofilne. Wysoka temperatura powoduje m.in. zabicie bakterii chorobotwórczych, ich przetrwalników, jaj pasożytów jelitowych oraz nasion chwastów. W efekcie procesu kompostowania otrzymuje się

nie tylko materiał stabilny, będący wartościowym nawozem organicznym, ale także produkt nieszkodliwy pod względem sanitarno-epidemiologicznym. Powstające w wyniku kompostowania związki próchnicze reprezentują końcowe stadium rozkładu substancji organicznej w warunkach glebowych. Są to nie tylko nierozkładalne resztki roślinne i zwierzęce, ale także produkty syntezy mikrobiologicznej, pozostające nadal przedmiotem dalszego powolnego rozkładu mikrobiologicznego. Główną frakcją tych związków jest kwas huminowy, którego właściwości w dużym stopniu uzależnione są od substratu z którego powstał. Synteza kwasu huminowego najprawdopodobniej następuje przez oksydacyjną polimeryzację mieszaniny fenoli i dodatkowych substancji pochodzących z ligniny, białek i innych metabolitów mikroorganizmów. W wyniku tego procesu powstaje bardzo duża cząsteczka o właściwościach pochodzących głównie od jej powierzchniowych grup karboksylowych. W warunkach kompostowania, podobnie jak w glebie, bardzo istotny jest także rozkład celulozy wchodzącej w skład wszystkich odpadów pochodzenia roślinnego. Rozkład tego polimeru możliwy jest dzięki celuloitycznym właściwościom niektórych mikroorganizmów (wiele gatunków grzybów, nieliczne tlenowe i beztlenowe bakterie, pierwotniaki, promieniowce, miksobakterie). Duża różnorodność grup mikroorganizmów celuloitycznych pozwala na rozkład celulozy w szerokim zakresie warunków środowiskowych.

Kompost to m.in. mieszanina składników pokarmowych powstałych z organicznych substratów podczas oddychania mikroorganizmów i nieorganicznych jonów powstałych w trakcie utleniania związków organicznych (mineralizacja). Mogą one być przyswojone przez mikroorganizmy, a tym samym unieruchomione w ich cytoplazmie. Mineralizacja i unieruchamianie składników pokarmowych następują w przerabianej masie odpadów – podobnie jak w glebie – równolegle. Istnieje tym samym ciągła biologiczna wymiana: cykl mineralizacyjno-unieruchamiający. W tworzeniu próchnicy, reprezentującej węgiel pierwotnie związany w procesie fotosyntezy, bierze udział wiele organizmów chemoheterotroficznych, dla których zaopatrzenie w energię jest podstawowym czynnikiem ograniczającym. Ponieważ zależy ono bezpośrednio od zawartości węgla, dlatego substraty o dużej zawartości tego pierwiastka powodują większe zatrzymywanie mineralnego azotu w tworzonej próchnicy, a później w glebie, niż substraty wysokobiałkowe. Skład odpadów komunalnych ma dlatego zasadnicze znaczenie dla tempa procesów kompostowania oraz właściwości powstających związków humusowych.

Procesami rozkładu substancji organicznej w odpadach można mniej lub więcej sterować, co praktycznie sprowadza się głównie do zapewnienia optymalnych warunków (wilgotność, temperatura, stopień rozdrobnienia materiału) dla prawidłowego przebiegu procesu kompostowania i jego intensyfikacji. Umożliwia to uzyskanie końcowego produktu (kompostu) o określonych właściwościach. Najprostszym sposobem kompostowania jest formowanie rozdrobnionych odpadów w pryzmy na wolnym powietrzu (system konwencjonalny). Proces naturalnego rozkładu odpadów jest w takim przypadku uzależniony od warunków klimatycznych. Brak jest możliwości szczegółowej kontroli przebiegu tego procesu, rozwijającego się częściowo także w warunkach beztlenowych, ponieważ nie można określić strat energetycznych kompostowanego materiału. Dla kompostowni opartych wyłącznie na systemie konwencjonalnym wymagana jest także duża powierzchnia terenu (np. dla przerobu 150 t odpadów na dzień – ponad 4 ha), co stwarza określone trudności związane z właściwą lokalizacją takich zakładów. Szybkość procesu kompostowania (około 6 miesięcy) może być znacznie większa przy zastosowaniu dodatkowych urządzeń napowietrzających. Szczególnie szybko proces kompostowania (około 3 tygodni) przebiega w nowoczesnych, zamkniętych bioreaktorach (tzw. biostabilizatorach). W zależności od stopnia biochemicznego rozkładu i końcowej obróbki kompostu otrzymuje się masę kompostową nie w pełni ustabilizowaną i unieszkodliwioną pod względem sanitarnym po wstępnej fazie przemian biochemicznych (kompost półdojrzały) lub produkt powstały po zakończeniu pełnego cyklu przemian biochemicznych w pełni ustabilizowany i unieszkodliwiony pod

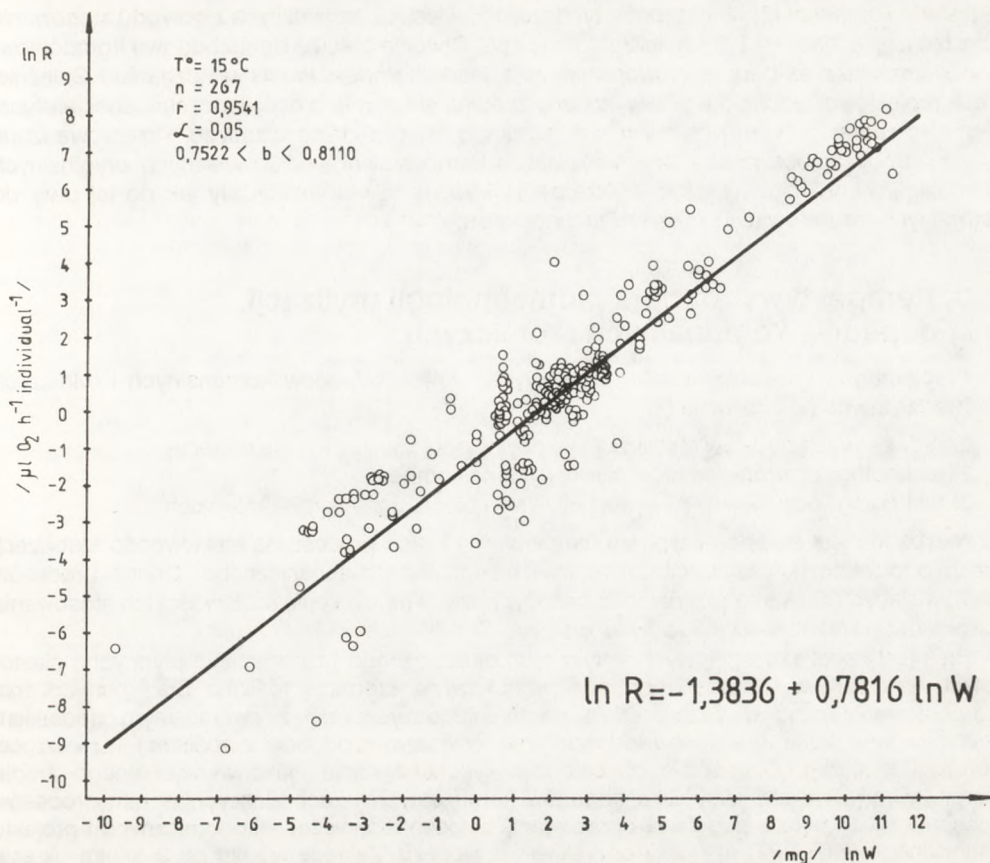
względem sanitarnym (kompost dojrzały). Stosuje się poddawanie ostatecznego produktu dodatkowej obróbce mechanicznej (np. frakcjonowanie, mieszanie z innymi składnikami).

Kompost wyprodukowany z odpadów komunalnych ze względu na jego korzystny wpływ na strukturę gleby i jej właściwości fizyko-chemiczne stosuje się do nawożenia i wzbogacania gleb w rolnictwie, leśnictwie, ogrodnictwie oraz na terenach zieleni miejskiej. Wykorzystywany może być także do użyźniania terenów zielonych obiektów sportowych, szlaków komunikacyjnych, przemysłowych stref ochronnych, osłon akustycznych oraz rekultywacji terenów o zdegradowanej lub zniszczonej glebie. Warunkiem stosowania kompostu do nawożenia upraw rolnych muszą być jednak niewielkie ilości metali ciężkich, co w przypadku odpadów komunalnych z dużych miast jest coraz trudniejsze do osiągnięcia. Na wielu terenach miejskich, gdzie występowanie metali ciężkich w środowisku jest szczególnie rozpowszechnione i często przekracza wartości graniczne, odpady komunalne przeznaczone do kompostowania bez dodatkowego przygotowania nie będą mogły być wykorzystane do nawożenia upraw. Dotychczasowa praktyka wskazuje, że największymi odbiorcami kompostu dojrzałego są w rejonach zurbanizowanych zakłady zieleni miejskiej, użytkownicy ogrodów działkowych, gospodarstwa ogrodnicze, szkołyki drzew oraz hodowcy pieczarek. W znacznie mniejszym stopniu nawóz ten stosowany jest do nawożenia pól uprawnych i łąk.

Metodą kompostowania można przerabiać odpady zawierające co najmniej 20% substancji organicznych. Udział składników organicznych można zwiększyć dodając do przerabianych odpadów komunalnych inne odpady organiczne, np. osady ściekowe z biologicznych oczyszczalni ścieków, odpady przemysłu rolno-spożywczego. Na terenach wiejskich niezbędne jest wspólne zagospodarowanie poprzez kompostowanie i rolnicze wykorzystanie odpadów z produkcji roślinnej i zwierzęcej, osadów z wiejskich oczyszczalni ścieków, ciekłych odpadów z osadników gnilnych, słomy, trocin, kory i odchodów zwierzęcych. Celowość i konieczność wspólnego kompostowania osadów i odpadów ciekłych ze stałymi odpadami organicznymi wynika z wzajemnego uzupełniania składu chemicznego mieszaniny odpadów oraz nadania odpowiedniej struktury masie kompostowej dla umożliwienia dobrego napowietrzenia materiału. Stosowanie osadów ściekowych umożliwia nie tylko utrzymanie optymalnej wilgotności w trakcie przebiegu kompostowania, ale jest także jedną z metod utylizacji części ściekowej materii organicznej. Podobnie jak przy kompostowaniu samych odpadów stałych także i w tym przypadku następuje unieszkodliwienie wielu organizmów chorobotwórczych (np. dermatofitów zoo- i antropofilnych, w tym grzybów keratynofilnych powodujących grzybice i różnego rodzaju alergię grzybowe).

Z ekologicznego punktu widzenia istotna jest ocena intensywności destrukcji materii organicznej, np. w glebie, rozkładającej się masie kompostowanych odpadów lub w środowisku wodnym. Umożliwiają m.in. określenie szybkości metabolizmu różnych organizmów przez porównanie ich biomasy i szybkości konsumpcji tlenu (3,4). Powszechnie stosuje się w tym celu np. określenie intensywności metabolizmu bezkręgowców dla uzyskania oceny aktywności metabolicznej biocenozy, na którą składa się aktywność wszystkich występujących w niej organizmów. Wykorzystuje się w tym celu znaną prawidłowość, że uzależniona w dużym stopniu od temperatury szybkość metabolizmu osobnika wzrasta proporcjonalnie do wzrostu objętości ciała lub masy do określonej potęgi. Możliwość przeprowadzenia takiej oceny wynika z faktu, że populacja organizmów zużywająca największą ilość magazynowanej energii przyczynia się w największym stopniu do uwalniania biogenów (6). Znajomość wielkości oddychania biocenozy umożliwia także określenie troficznych związków pomiędzy jej poszczególnymi elementami, określenie wielkości produktywności oraz stopnia asymilacji pobieranego przez organizmy pokarmu, a więc dostarczanej odpadowej materii organicznej.

W zależności od istniejących warunków lokalnych, składu odpadów, warunków klimatycznych i zastosowanej biotechnologii kompostowania można z jednej tony odpadów komu-



Rys.1. Zależność intensywności oddychania od masy ciała u wodnych bezkręgowców.

nalnych uzyskać 350–500 kg kompostu. Straty z wydzielaniem do atmosfery lotnych produktów rozkładu wynoszą około 150–250 kg. Pozostałą część materiału stanowi odpad technologiczny złożony ze składników nie podlegających rozkładowi mikrobiologicznemu. Po odzyskaniu surowców wtórnych odpad ten jest ostatecznie likwidowany, np. poprzez spalanie lub składowanie na wysypisku.

Unieszkodliwianie odpadów komunalnych metodą kompostowania rozwijane jest z różną intensywnością w wielu krajach od blisko 100 lat. Obserwuje się okresowy spadek lub wzrost zainteresowania rozwojem tej metody zagospodarowania odpadów. Uzależnione to jest głównie od miejscowych warunków gospodarczych, zwłaszcza istniejącej sytuacji energetycznej i surowcowej oraz od zapotrzebowania na nawozy organiczne. Obecnie przy zastosowaniu kompostowania przerabia się na świecie około 5% powstających odpadów komunalnych, np. około 3% odpadów w RFN (17 kompostowni), 10% odpadów we Francji (25 kompostowni), 8% odpadów w Holandii i 11% odpadów komunalnych w Austrii. W Polsce kompostuje się obecnie zaledwie około 0,1% odpadów komunalnych.

Produkcja kompostu z odpadów komunalnych zapoczątkowana została w Polsce na skalę przemysłową w 1961 r., kiedy rozpoczęła pracę kompostownia w Kielcach. W następnych latach wybudowano w naszym kraju w różnych miastach (Kraków, Wrocław, Radom, Bydgoszcz, Lublin, Warszawa) kilka kompostowni polowych, które w 1973 r. przerabiały łącznie około 250 tys. m³ miejskich odpadów komunalnych (1,0% wszystkich odpadów komunalnych), produkując

45 tys. ton kompostu (5). Większość z tych zakładów jest już zamkniętych z powodu stosowania przestarzałej technologii i dekapitalizacji urządzeń. Obecnie planuje się rozbudowę kompostowni w Warszawie oraz budowę nowoczesnego zakładu kompostowania w Poznaniu i Gnieźnie. Prace projektowo-technologiczne wykonane zostaną w oparciu o doświadczenia specjalistycznych firm zagranicznych. Dotyczy to także zakupu odpowiednich urządzeń. Przeprowadzone w kraju próby opracowania nowych rozwiązań kompostowni według własnych oryginalnych technologii, w oparciu wyłącznie o urządzenia krajowe, nie doprowadziły jak do tej pory do pomyślnych rezultatów technicznych i technologicznych.

3. Perspektywy rozwoju biotechnologii utylizacji odpadów komunalnych i rolniczych

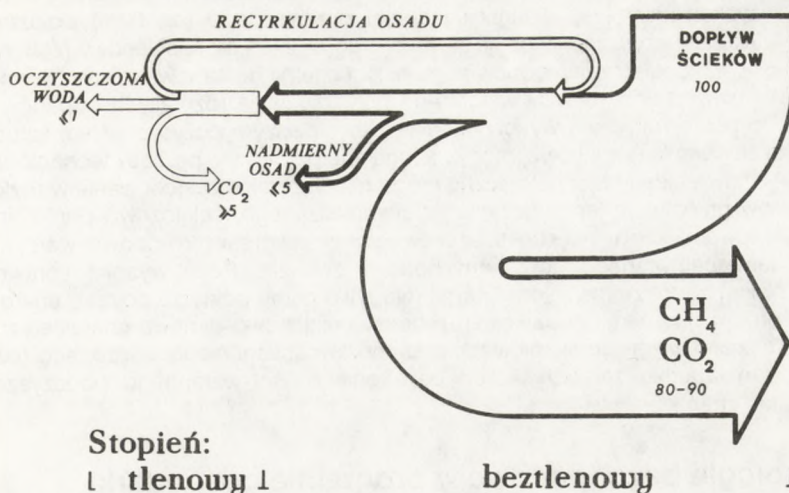
Problematyka przeróbki osadów ściekowych, stałych odpadów komunalnych i rolniczych sprowadza się do opracowania (1):

- 1) procesowych podstaw stabilizacji osadów w połączeniu z ich higienizacją,
- 2) technologii przeróbki osadów ściekowych na kompost,
- 3) technologii pozyskiwania i wykorzystywania biogazu z wysypisk miejskich.

Niezbędne jest określenie wpływu temperatury i czasu procesu na efektywność stabilizacji osadu pod kątem ich utylizacji sanitarnej i odwodnienia mechanicznego. Ocena procesów umożliwiających sanitarną przydatność osadów pozwoli na ustalenie możliwości ich stosowania do rolniczego i rekultywacyjnego wykorzystania.

Brak jest nadal szczegółowych wytycznych biologicznego przetwarzania płynnych i ciastowatych osadów na kompost łącznie z produkowaną biomasą roślinną oraz prowadzenia kompostowania osadów bezpośrednio na terenie oczyszczalni z ewentualnym dodatkiem innych organicznych materiałów odpadowych (zwłaszcza odpady z roślinnej i zwierzęcej produkcji rolniczej). Ocenia się obecnie, że wykorzystywanie niekonwencjonalnego źródła energii jakim jest złożone wysypiska odpadów komunalnych i zachodzących w nim procesów biochemicznych będzie podstawą opracowania założeń techniczno-ekonomicznych i projektu technicznego (ZTE i PT) instalacji pozyskiwania biogazu. Zakłada się, że po 2-letnim okresie eksploatacji możliwe będzie uniezależnienie gospodarki energetycznej i cieplnej dużych wysypisk od źródeł zewnętrznych, a w późniejszym okresie nawet nadprodukcji oczyszczonego biogazu.

Od lat wiadomo, że istnieją w naszym kraju duże możliwości uzyskania energii zawartej w ogromnych ilościach odpadów rolniczych. Dotyczy to zwłaszcza gnojowicy, której zagospodarowanie przebiega u nas jak dotąd najczęściej zupełnie wadliwie. Ilości powstającej gnojowicy od lat przekraczają bowiem możliwości jej racjonalnego użytkowania, a więc właściwego i pełnego wykorzystania jej zasobności energetycznej. Powodem jest brak zachowania proporcji między pogłowiem hodowanych zwierząt, a powierzchnią i rodzajem upraw przeznaczanych do rolniczego wykorzystania gnojowicy. Fermentacja beztlenowa odchodów zwierząt oraz innych odpadów rolniczych i ścieków o dużej zawartości substancji organicznych może dostarczyć znacznych ilości energii w postaci biogazu. Teoretycznie można ocenić, że tylko z nawozów zwierząt hodowlanych (bydło, trzoda chlewna, drób) można by w skali kraju uzyskać rocznie około 7,5 mld m³ biogazu (w gospodarce uspołecznionej około 1,7 mld m³); w woj. poznańskim potencjalna wielkość produkcji biogazu wynosi około 300 mln m³ rocznie, z czego około połowa w samej gospodarce uspołecznionej. Barię rozwojową dla tego rodzaju produkcji są braki odpowiednich instalacji opartych na prostych technologiach sterowania procesem fermentacji beztlenowej z wszelkiego rodzaju odpadów organicznych. Niezależnie od tego istnieją duże możliwości produkcji biogazu ze ścieków sanitarnych i odpadów przetwórstwa rolno-spożywczego.



Rys.2. Schemat procesów rozkładu beztlenowo-tlenowego.

Spśród najważniejszych światowych tendencji rozwojowych w planowaniu nowoczesnych oczyszczalni ścieków, utylizacji powstającego osadu i innych odpadów organicznych należy wymienić (2):

- 1) wzrost sprawności urządzeń do biologicznego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego przez optymalizację przenoszenia tlenu;
- 2) rozwój biotechnologii opartych na kolejnych fazach (hydroliza, fermentacja kwaśna, octanogenna i metanogenna) rozkładu beztlenowego; rozdzielenia poszczególnych faz procesu pozwala na jego prowadzenie w układzie szeregowym fermentacji III i IV stopnia;
- 3) powszechne wprowadzanie III stopnia oczyszczania umożliwiające pełne usunięcie azotu, fosforu i związków toksycznych;
- 4) minimalizacja zużycia energii;
- 5) odzyskiwanie energii przez produkcję gazu pofermentacyjnego w procesach beztlenowo-tlenowych;
- 6) zastosowanie zamkniętych systemów utylizacji odpadów przy zwiększonej efektywności kontroli procesów.

Prognozuje się, że duży wzrost produkcji kompostów z odpadów komunalnych, charakteryzujących się wysoką jakością sanitarną i nawozową powinien nastąpić około roku 2000.

Coraz częściej w układach technologicznych oczyszczania ścieków lub utylizacji stałych i ciastowatych odpadów organicznych stosuje się proces beztlenowy. W konwencjonalnym biologicznym rozkładzie substancji organicznej (np. w ściekach) metodami tlenowymi zanieczyszczenia przekształcane są przez mikroorganizmy tlenowe głównie w biomasę komórkową oddzielaną następnie z roztworu. Przemiana taka wymaga energii, substancji wzrostowych oraz niekiedy środków chemicznych wspomagających. Powstająca biomasa mikroorganizmów stwarza dodatkowy problem technologiczny unieszkodliwiania dużych ilości powstającego osadu nadmiernego. W rozkładzie beztlenowym zanieczyszczenia przekształcane są natomiast przez mikroorganizmy beztlenowe w gazy uwalniające się w sposób naturalny. Przemiana taka jest samowystarczalna energetycznie i charakteryzuje się małym zapotrzebowaniem substancji

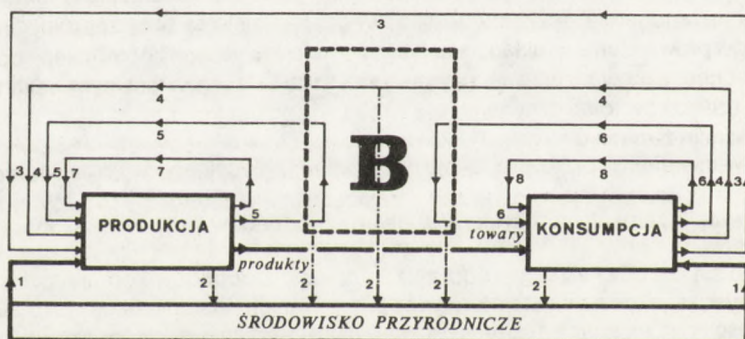
wzrostowych oraz małą ilością powstającego osadu. W rozkładzie ściekowej materii organicznej w procesie beztlenowym zanieczyszczenia w ilości 80–90% usuwane są jako metan i dwutlenek węgla. W celu uzyskania wyższej eliminacji ładunku organicznego (do 99%) do usunięcia pozostałych 10–20% zanieczyszczeń stosuje się jako drugi stopień proces tlenowy (zob. rys. 2).

Niezbędne jest tylko dostarczanie odpowiedniej ilości energii do napowietrzania. Fermentacja spełnia warunki uniwersalnej metody wstępnego przygotowania rozmaitych odpadów organicznych, zarówno przed rolniczym wykorzystaniem, jak i dalszym oczyszczaniem sztucznym bez konieczności zużywania dodatkowej mocy na inne energochłonne procesy technologiczne.

Beztlenowo-tlenowe układy technologiczne mogą mieć szerokie zastosowanie w rozkładzie ścieków i odpadów przemysłu: fermentacyjnego, ziemniaczanego, celulozowo-papierniczego, cukrowniczego, browarniczego, mięsno-tłuszczowego, przetwórstwa owocowo-warzywnego, mleczarskiego, farmaceutycznego oraz ferm hodowli zwierząt. Poza wysoką sprawnością oczyszczania i niskim zapotrzebowaniem energii (nie tylko pełne pokrycie potrzeb energetycznych, ale także produkcja energii dodatkowej) procesy beztlenowo-tlenowe charakteryzują się bardzo niskimi kosztami w trakcie eksploatacji oraz możliwościami nieograniczonego rozkładu odpadów o dużym ładunku zanieczyszczeń bez konieczności wstępnego podczyszczania mechanicznego lub chemicznego.

4. Technologie bezodpadowe w programie gospodarki odpadami i odnowie energii

Rzeczywistością najbliższej przyszłości muszą stać się układy bezodpadowych technologii (rys.3), czyli procesów przetwarzania i obróbki materiałów nie zanieczyszczających środowiska przyrodniczego i gwarantujących najbardziej racjonalne wykorzystanie zasobów surowców i energii. Wiąże się to ściśle z odmiennym niż dotychczas ukierunkowaniem działań w polityce gospodarczej i w strategii rozwoju na gospodarkę bezodpadową.



Rys.3. Obieg surowców, wyrobów i odpadów w gospodarce bezodpadowej z wykorzystaniem procesów biotechnologicznych: 1 – środowisko przyrodnicze, 2 – odpady beżużyteczne, 3 – odpady użyteczne trafiające bezpośrednio do produkcji, 4 – odpady trafiające z obszaru konsumpcji do obszaru produkcji po przetworzeniu w specjalnych procesach w obszarze B – biotechnologia, 5–8 – odpady użyteczne powstające w produkcji i konsumpcji wykorzystywane bezpośrednio lub po przetworzeniu.

Szczególnie duży udział w jej rozwoju będą miały bez wątpienia szeroko rozumiane biotechnologie, m.in. ze względu na możliwości produkcji nowych wyrobów, ale także zastosowania w utylizacji odpadów i przetwarzania ich na produkty o innej jakości. Elementy technologii bezodpadowych widoczne są już w wielu współczesnych procesach, odmiennie niż w tradycyjnych układach traktujących zależność produkcja–konsumpcja. W pełnym systemie gospodarki bezodpadowej występują wzajemnie ze sobą powiązane trzy stopnie technologii bezodpadowych:

I – projektowanie i sterowanie produkcją w celu zminimalizowania ilości powstających w jej trakcie odpadów i stworzenia warunków do ich bezpośredniego wykorzystania,

II – procesy przetwarzania odpadów,

III – odzysk surowców z produktów wykorzystanych.

Udział biotechnologii możliwy jest we wszystkich trzech przypadkach. W gospodarce komunalnej szczególnie ważna jest np. możliwość szerokiego zastosowania biotechnologii do utylizacji odpadów komunalnych oraz odzysku surowców nawozowych i paszowych.

Powszechne stosowanie technologii bezodpadowych, np. w przemyśle rolno–spożywczym przy kompleksowym wykorzystaniu produktów rolnych, jest niezwykle ważnym problemem w ochronie zużycia energii. Możliwe to jest m.in. poprzez konsekwentne realizowanie programu zmniejszania ilości odpadów i rozwój biotechnologii przy zasadzie kojarzenia inwestycji. Wymienić tutaj można rozbudowę urządzeń do suszenia nasion, produkcję pieczywa o przedłużonym okresie trwałości, zwiększenie produkcji wytloków na cele paszowe, odzysk białka ze ścieków technologicznych lub wzrost odzysku białka przy zagospodarowaniu odpadów mięsnych. Zmniejszenie ilości odpadów i oszczędności energetyczne to także bardziej intensywne wykorzystanie pasz w hodowli zwierzęcej m.in. poprzez lepsze wykorzystywanie zawartej w nich białka. Do produkcji preparatów paszowych można wykorzystywać najtańsze węglowodory zawarte w dużych ilościach, np. w odpadach przemysłu celulozowo–papierniczego lub pochodzących z gorzelnii rolniczych. Niezbędny jest jednak w tym celu rozwój przemysłu mikrobiologicznego, który obecnie przy jednoczesnych dużych nakładach finansowych przeznaczanych na inne gałęzie przemysłu traktowany jest w naszym kraju zupełnie marginalnie. Mikrobiologiczny przemysł przyszłości to – jak sądzę – głównie przemysłowe biotechnologie i inżynieria enzymatyczna, w tym mikrobiologiczna utylizacja celulozy. Chociaż masowe przerabianie biomasy drzewnej na związki przyswajalne nie jest jeszcze obecnie produkcją opłacalną, to jednak jestem przekonany, że właśnie ten kierunek stanowi bardzo poważną rezerwę energetyczną. Dotyczy to także nie praktykowanego dotąd w naszym kraju na skalę masową pełnego odzysku substancji paszowych i nawozowych z odpadów surowcowych oraz pokonsumpcyjnych. Istnieje obecnie pilna potrzeba wdrażania konwencjonalnych środków ochrony energii oraz wprowadzania pilotażowych rozwiązań z zastosowaniem energii pochodzącej z odnawialnych źródeł alternatywnych.

Literatura

1. Bernacka J., Błaszczyk P., (1988), Cele i zadania programów resortowych R-4 i R-6 dotyczących unifikacji oczyszczalni ścieków i biotechnologii w ochronie środowiska, w: Materiały XXVII krajowej konferencji naukowo–technicznej pt. "Postęp techniczny w dziedzinie oczyszczania ścieków", I, PZITS Oddział w Katowicach, 582, 50–59.
2. Brun H., Leonhard S., (1985), Tendencje rozwojowe w planowaniu oczyszczalni ścieków oraz przerobie osadu. Sympozjum Techniki Środowiska VÖEST ALPINE AG, Warszawa, 19.
3. Hemmingsen A. M., (1960), Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution. Rep. Steno. Memor. Hospital Copenh., 9, 1–110.
4. Kasprzak K., (1983), The Respiratory Metabolism of Annelida. Part I, II and III. Biologis (Bratislava), 38, 95–103, 523–530, 929–940.

5. Kasprzak K., Lemański J., (1983), Stan i perspektywy oczyszczania miast. Kronika Wielkopolski, 3/4 (32), 43-72.
6. Macfadyen A., (1963), The contribution of the microfauna to total soil metabolism, in: J. Doeksan and J. van der Drift (eds), Soil Organisms. North-Holland Publ. Com., Amsterdam,
7. Piotrowska H., (1986), Prognozowanie ilości, jakości oraz metod usuwania i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, PZITS, V/500, 1-144.

Biotechnology utilization of organic waste

Summary

Data concerning investigation of composting of the organic waste are presented. Basing on the practical experience, the author presents the present state and the perspectives of the development of the biotechnological utilization of communal and agricultural organic waste, especially with the adaptation of oxygen processes. The author presents alternative technologies without useless waste in the waste management programme in the future.

Adres dla korespondencji:

Krzysztof Kasprzak, os. Zwycięstwa 8/109, 61-645 Poznań.

NOWOŚCI

Nowa metoda otrzymywania białek z komórek ssaków; obniżenie kosztów i uproszczenie metody oczyszczania

W Research Corporation Technologies (Tucson, Arizona) opracowano nową metodę otrzymywania białek z komórek ssaków. Technika tę nazwano retrosekrecją. Jest ona oparta na zdolności produktu genu gag wirusa mięsaka *Rous* do przyłączania się do białek, wytwarzanych w komórkach ssaków i kontrolowania ich "otarbiania" osłoną, tworzącą coś w rodzaju pęcherzyka wypełnionego białkiem.

Gen gag funkcjonuje również w procesie uwalniania otorbionych białek z komórki, które po przejściu do środowiska łatwo mogą być oczyszczone drogą wirowania. W związku z tym, że w procesie tym zaangażowany jest jedynie gen retowirusa, powstały produkt pozbawiony jest infekcyjności.

Powyższy system zastosowano z powodzeniem do oczyszczania oksydazy cytochromowej, a obecnie adaptowany jest do produkcji antygenów z *Pasteurella haemolytica*, przeznaczonych dla celów weterynaryjnych (szczepionki). Retrosekrecja jest korzystną metodą z dwóch powodów: 1) zrekombinowane genetycznie komórki nie ulegają zniszczeniu (komórki wydzielające cytochrom zachowały żywotność przez cały czas prowadzenia doświadczenia, tj. przez trzy miesiące aż do momentu przerwania eksperymentu), 2) znacznie uproszczone jest oczyszczanie, gdyż w płynie odżywczym występuje głównie otorbiane białko.

Aleksandra Krywiel

Opracowano na podstawie: (1989), New Protein Production Process May Simplify Purification, Lower Costs; Biotechnology News, 9, 3.