

Nguyen THI BICH LOCK, Ewa OBERTYŃSKA

ANALIZA MIKROBIOLOGICZNA OSADU SUROWEGO I PO KOMPOSTOWANIU

THE MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF A RAW SEWAGE SLUDGE AND AFTER COMPOSTING PROCESS

Politechnika Zielonogórska; Zakład Odnowy Środowiska
Technical University of Zielona Góra; Department of Environment Restoration

Streszczenie

Praca przedstawia analizę mikrobiologiczną osadu surowego wtórnego odwodnionego i po jego kompostowaniu z dodatkiem trocin, słomy i wapna. Osad ściekowy został pobrany z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łęczycy k/ Zielonej Góry w dniu 23.10.2000r. Komposty z osadem surowym wtórnym odwodnionym o suchej masie 25% sporządzono wg następującego schematu:

- 1- 2 kg osadu + 335 g trocin + 200 g CaCO₃,*
- 2- 2 kg osadu + 335 g słomy + 200 g CaCO₃,*
- 3- 2 kg osadu + 163 g trocin + 163 g słomy + 200 g CaCO₃.*

Doświadczenie założono 24.10.2000r. i trwało do 06.02.2001r. Masę kompostowaną trzymano w foliowych workach w temp. pokojowej (20-22°C). W celu utrzymania wilgotności w foliowych workach dodano wody. Wyniki badań mikrobiologicznych osadu surowego wtórnego odwodnionego stwierdzają obecność drobnoustrojów chorobotwórczych: Salmonella – 1, 6x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu, E.scherichia coli – 1,3x6x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu, Clostridium perfringens – 129,3x10⁴ komórek x g⁻¹ s.m.osadu. W badanych próbach kompostu z dodatkiem wapna, słomy, trocin okazało się, że liczebność badanych drobnoustrojów nie ulegała większej zmianie we wszystkich próbach kompostu. Zwiększyła się liczebność bakterii ogólnych oraz promieniowców, zmniejszyła się natomiast liczebność grzybów (23,8%) i bakterii chorobotwórczych (Salmonella – o 25%, Escherichia coli - o 23%,

Clostridium perfringens – o 46%) w porównaniu z osadem surowym przed jego kompostowaniem. Uzyskane w badaniach komposty z uwagi na występowanie w nich drobnoustrojów chorobotwórczych wskazują na to, że osady nie są jeszcze w pełni dojrzałe, dlatego też doświadczenie nie zostało przerwane, próby pozostawiono do dalszego kompostowania.

Summary

The project shows the analysis of a secondary dehydrated sludge and after its compost with sawdusts, straw and lime. The sediment has been received from the sewage treatment plant in Łężyca (close to Zielona Góra) on the 23.10.2000 year. The composts with secondary dehydrated sludge and dry mass 25% have been made according to following scheme:

1- 2kg deposit + 335 g sawdusts + 200 g CaCO₃

2 kg deposit + 335 g straw + 200 g CaCO₃

3- 2 kg deposit + 163 g straw + 163 g sawdusts

The experiment has been made on the 24.10.2000 year and it has taken until 6.02.2001 year. The compost mass was kept in foil bags in temp. lik 20-22°C To keep the moisture of compost on 55-65 level it has been added the water. The results of research sediment, confirm presence of pathogenic microorganisms in the sewage sludge: Salmonella 1,6 x10⁴ E.coli 1,3 x10⁴ and Clostridium perfringens 29,3 x10⁴. In researching tests of compost with the lime, straw and sawdusts which were added, the number of microorganisms hasn't changed in every test the number of bacteriums has increased, comparing with the sewage sludge, before its compost. The number of fungus and Clostridium perfringens and E. coli has reduced

1. WSTĘP

Osady ściekowe stanowią bogate źródło substancji organicznej oraz makro i mikroelementów, co przemawia za ich rolniczym wykorzystaniem do użyźniania gleb i nawożenia roślin uprawnych. Powstające osady muszą być poddane odpowiedniej przeróbce, a następnie, z zachowaniem środków ostrożności dyktowanych wymogami środowiska, w miarę możliwości zagospodarowane czy unieszkodliwiane. Każda forma wykorzystania osadów powinna być prowadzona w sposób prawidłowy i bezpieczny dla środowiska.

Najprostszą i najkorzystniejszą metodą zagospodarowania osadów ściekowych jest ich przyrodnicze wykorzystanie. Jednak, oprócz walorów glebotwórczych i nawozowych, osady są w różnym stopniu obciążone organizmami chorobotwórczymi (bakterie, jaja pasożytów przewodu pokarmowego) i metalami ciężkimi. Z tej przyczyny

możliwość przyrodniczego, a głównie rolniczego wykorzystania osadów jest znacznie ograniczona. Chorobotwórcze organizmy mogą być zniszczone poprzez odpowiednie uzdatnianie, np: fermentację, suszenie czy kompostowanie, które jest tradycyjnym sposobem przeróbki. W wyniku kompostowania możemy osiągnąć osady ściekowe bezpieczne pod względem sanitarnym. Celem tej pracy jest ilościowe określenie niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym i kompostowanym. Osady ściekowe pobrano z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łęczycy k/ Zielonej Góry.

2. MATERIAŁY I METODY BADAŃ

1. Pochodzenie osadów ściekowych : Osady ściekowe pobrano z oczyszczalni ścieków komunalnych w Łęczycy k/ Zielonej Góry w dniu 23.10.2000r., jego temperatura wynosiła 16⁰C a pH = 6,4, sucha masa = 25%. Osady te charakteryzują się znaczną zdolnością do zagniwania, w związku z dużą zawartością substancji organicznych, małą zdolnością do oddawania wody przy jej dużej zawartości, jak również obecnością bakterii chorobotwórczych.

2. Pobieranie próbek osadu: Próbki osadu surowego odwodnionego pobrano z oczyszczalni ścieków w Łęczycy.

3. Przygotowanie kompostu: W celu określenia zmian właściwości sanitarnych osadów kompostowanych z dodatkiem trocin, słomy i wapna (wapno dodajemy w celu odkwaszenia), doświadczenie przeprowadzono według następującego schematu:

- (1) - 2 kg osadu + 335g trocin + 200g CaCO₃,
- (2) - 2 kg osadu + 335g słomy + 200 CaCO₃,
- (3) - 2 kg osadu + 163 g słomy + 163 g trocin + 200 g CaCO₃

Wodę dodano w celu utrzymania wilgotności na poziomie 55-65%. Doświadczenie założono w dniu 24.10.2000r. i trwało do 06.02.2001r., przeprowadzono je na Politechnice Zielonogórskiej. Masę kompostowaną trzymano w foliowych workach. Charakterystykę prób przedstawiono w tabeli nr 1.

Wykonując analizę sanitarną osadu określono następujące grupy drobnoustrojów: Ogólną liczbę bakterii (psychrofilne, mezofilne, termofilne),

- liczebność bakterii grupy *coli*,
- liczebność bakterii *Salmonella*,
- liczebność bakterii *Clostridium perfringens*,
- liczebność grzybów.

TABELA 1

pH i masa kompostowanego osadu ściekowego

TABLE 1

pH_{KCl} and weights of compost of sludge

Nr próbki kompostu. Number of compost samples	Waga początkowa Starting weight (g)	Waga końcowa Ending weight (g)	pH-KCl w próbie kompostowanej pH-KCl in compost samples
1	3035	2881	8,1
2	3041	3008	8,1
3	3032	3009	8,4

Podłoża stosowane do hodowli sporządzono według [Rodina, 1968]. Hodowlę drobnoustrojów prowadzono w termostatach w temperaturach odpowiednich dla danej grupy: psychrofile – 20°C, mezofile – 30°C, termofile – 50°C. Odczyt ilości kolonii następował po 48 godzinnym okresie inkubacji dla mezofilii i termofilii, natomiast dla psychrofilii po 7 dniach.

Do określenia liczebności bakterii *Clostridium perfringens* użyto Agar Columbia [Willis A.T., Hobbs G., 1959] bez dodatku krwi, umożliwia to wzrost *Clostridium perfringens* i wszystkich *Enterobacteriaceae*. Agar Columbia jest zgodny z normą AFNORN V 08-405 i przystosowany szczególnie do hodowli bakterii o wysokich wymaganiach odżywczych. Po 48 godzinnej hodowli w temp. 37°C w koloniach *Clostridium perfringens* jest dobrze widoczna strefa hemolizy.

Do określenia ilości bakterii *Salmonella* i bakterii z grupy coli używano zmodyfikowanego podłoża Levina [Holt – Harris and Teague, 1916; Burbiańska i inni, 1983]. Podłoża tego używa się w celu odróżnienia bakterii fermentujących od niefermentujących pałeczek okrężnicy. Po 48 godzinach hodowli drobnoustrojów w temp. 37-44°C kolonie *Salmonella* stają się przezroczyste, bursztynowe, a *Escherichia coli* niebiesko czarne w świetle przechodzącym, a świetle odbitym nabierają metalicznego połysku. Liczy się kolonie mające charakterystyczne zabarwienie.

Do określenia ilości grzybów stosowano pożywkę Czapek – Doxa, [Egorop i Nguyen Lan Dung, 1983; Fassatiowa, 1983]. Hodowlę grzybów przeprowadzono w termostacie w temp. 20-22°C. Odczytu ilości kolonii dokonano po 5 dniach.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej i obliczono przedziały ufności dla każdej liczebności grupy drobnoustrojów według [Egorop i Nguyen Lan Dung, 1981].

3. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym oraz po jego kompostowaniu przedstawiono w tabeli nr 2 i 3

TABELA 2

Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym.

TABLE 2

Number of some group microorganisms in a secondary dehydrated sludge

Grupy drobnoustrojów. Group of microorganisms	Liczebność drobnoustrojów w 1 g s. m. osadu. Number of cells microorganisms in 1 dry weight deposit (104)	Przedział ufności. Confidence limits (p=95%)
Bakterie ogólne(Globally bacteria)	60	51,00 – 68,94
Salmonella	1,6	1,20 – 3,08
Escherichia coli	1,3	2,00 – 2,62
Clostridium perfringens	29,3	23,10 – 35,53
Grzyby (Fungi)	14,7	10,30 – 19,10
Promieniowce (Actinomycetes)	2,33	1,41 – 5,70

Wyniki podane w tabeli 2 wskazują na obecność w badanych osadach bakterii chorobotwórczych rodzaju *Salmonella* przez co nie spełniają wymagań dla osadów stosowanych do nawożenia użytków rolnych.

TABELA 3

Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w kompoście z osadu surowego wtórnego odwodnionego

TABLE 3

Number of some groups microorganisms in compost, produced with a secondary dehydrated sludge.

Rodzaj kompostu (kinds of compost)	Badania bakteriologiczne (104 komórek x g-1 s.m.osadu) - Analysis bacteriological (104 cells x.g-1 dry weight of sludge)					
	Bakterie ogólne (globally bacteria)	Salmonella	E. coli	Clostridium perfringens	Grzyby (Fungi)	Promieniowce (Actinomycetes)
1	77,3	0,3	1	14,3	13,3	3,3
2	72	0,3	1	11,7	13	5
3	74,3	0,6	1	18,7	7,3	4
Srednie(mean)	74,5	0,4	1	14,9	11,2	4,1
(%)*	124,20%	75,00%	77,00%	54,00%	76,20%	176,00%
Przedział ufności- Confidence limits (p=95%)	62,2 – 87,5	1,8 – 3,0	0,6 – 2,2	9,9 – 23,7	4,1 – 17,5	1,3 – 19,4

*% - porównanie liczebności drbnoustrojów w próbkach kompostu z liczebnościz drobnoustojów w osadzie surowym wtórnym odwodnionym wg tabeli 2.

Jak wynika z tabeli 3 liczebność drobnoustrojów w poszczególnych próbach kompostów różnie się przedstawiała. W próbie 1 była największa liczebność bakterii ogólnych oraz grzybów W próbie 2 odnotowano największą liczebność promieniowców, natomiast próba 3 charakteryzowała się największą liczebnością bakterii *Salmonella* i

Clostridium perfringens. Wszystkie 3 próby kompostu charakteryzowały się jednakową liczebnością bakterii *E. coli*, która wynosiła $1,0 \times 10^4 \times \text{g}^{-1}$ komórek.

4. Dyskusja wyników

Spośród metod zagospodarowania osadów ściekowych, ze względu na właściwości nawozowe, szczególne zainteresowanie budzi ich rolnicze wykorzystanie do nawożenia gleb, plantacyjnej oraz szkółkarskiej uprawy drzew i krzewów. Zawarte w nich substancje mogą ponownie zostać włączone w obieg materii. Większość osadów stanowi cenny surowiec do kształtowania gleb na gruntach zdewastowanych technicznie. Nieumiejętna aplikacja osadów może stanowić duże zagrożenie dla środowiska [Stańczyk, 1996].

Liczne badania potwierdzają korzystne działanie nawozowe osadów ściekowych: Zastosowanie osadu ściekowego zwiększyło zawartość form przyswajalnych N i P w grochu, zwiększyło zawartość suchej masy badanej rośliny. [Nguyen Thi Bich Loc, H. Greinert, 2000]. Coroczne nawożenie gleb osadem ściekowym zwiększało pobieranie azotu i plon roślin, ale zmniejszało procentowe wykorzystanie składnika wraz ze wzrostem dawek osadu [J. Czekala, 2000]. Szczególnie na glebach lekkich powodują one wzrost plonów i poprawę niektórych właściwości podłoża. Większość osadów posiada odczyn pH obojętny lub zasadowy, co świadczy o dużej zawartości wapnia i magnezu. Jest to ważny czynnik nawozowy. Bardzo ważną właściwością osadów ściekowych jest zawartość materii organicznej, która z czasem ulega humifikacji. Dzięki związkom w niej zawartym w glebie następują korzystne zmiany: intensyfikuje się życie biologiczne, poprawiają się właściwości wodno-powietrzne i inne. Jednym mankamentem jest to, że podłoża osadowe są ubogie w potas. Oprócz niezaprzeczalnych walorów nawozowych osadów ściekowych nie można zapomnieć o problemie nadmiernej koncentracji metali ciężkich i skażeniu biologicznym większości tych odpadów, może to powodować niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka i środowiska. Dlatego należy osady unieszkodliwiać, polega to na zmniejszeniu jego zagniwalności w procesie stabilizacji, zabiciu organizmów chorobotwórczych w procesie higienizacji, zmniejszeniu objętości i masy osadu w procesie odwodnienia, suszenia. W badaniu [Nguyen Thi Bich Loc, 2000], stwierdziła, że w okresie kompostowania nastąpiło zmniejszenie ilości niektórych grup drobnoustrojów: bakterie psychrofile o 46%, termofile o 70% i *Salmonella* o 77%. Największą redukcję drobnoustrojów stwierdzono w próbie składającej się z osadu i trocin. Wyniki badań osadu surowego wtórnego odwodnionego przedstawione w tabeli 2 potwierdzają obecność w osadzie ściekowym drobnoustrojów chorobotwórczych, wyklucza to jego rolnicze wykorzystanie. Jest to niebezpieczne dla środowiska przyrodniczego, gdyż wg zalecania Instytutu MOSZN i L [1986] i Medycyny Wsi IMW [1995], [Deszkiewicz, 1998], osady przeznaczone do

rolniczego nawożenia nie powinny zawierać drobnoustrojów chorobotwórczych i bakterii z rodzaju *Salmonella*.

W badanych kompostach w 3 próbkach z dodatkiem wapna, słomy, trocin okazało się, że liczebność badanych drobnoustrojów nie uległa większej zmianie, we wszystkich próbkach kompostu, zwiększyła się liczebność bakterii ogólnych oraz promieniowców w porównaniu z osadem surowym, zmniejszyła się natomiast liczebność grzybów, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* w porównaniu z osadem surowym przed jego kompostowaniem. Uzyskane w badaniach komposty z uwagi na występowanie w nich jeszcze drobnoustrojów chorobotwórczych wskazują na to, że osady nie są jeszcze w pełni dojrzałe, zachodzą w nich dalsze procesy mineralizacji związków organicznych. Z tego powodu osady powinny być dłużej kompostowane. W przypadku opisanego doświadczenia, próbki kompostu pozostawiono do dalszego kompostowania (do 5 miesięcy). Wyniki analizy mikrobiologicznej i jaj helmintów będziemy publikowali w następnym numerze zeszytu naukowego.

5. WNIOSKI

Analiza mikrobiologiczna osadów surowych wtórnych odwodnionych i kompostowanych stwierdza, że:

- W osadzie surowym wtórnym odwodnionym stwierdzono obecność bakterii chorobotwórczych w tym bakterii rodzaju *Salmonella*, przez co osad ten nie spełnia wymogów sanitarnych do jego rolniczego wykorzystania.
- Analiza przydatności kompostów z osadu surowego wtórnego odwodnionego stwierdza zmniejszenie liczebności bakterii chorobotwórczych (*Salmonella* – 25%, *E.coli* – 23%, *Clostridium perfringens* – 46%,) i grzyby –23,8%.

6. LITERATURA

- [1] BURBIANKA M; Pliszka A I Burzyńska H.: *Mikrobiologia żywności*. P.Z.W.L, Warszawa (1983).
- [2] CZEKAŁA J.: *Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego*. Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie, nr 211(84), 75-80
- [3] DESZKIEWICZ J.: *Gospodarka osadami ściekowymi. Poradnik decydenta*. Wydanie I., 34-43, Kraków
- [4] EGOROP LB. Nguyen Lan Dung: *Mot so phuong phap nghien cuu vi sinh vat (Metodyka badań mikrobiologicznych)*, NXB, Hanoi (1981)
- [5] FASSATIOVA O.: *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*. WNT, Warszawa (1983)

- [6] HOLT-HARRIS J.E., Teague O.: *American Public Health Association. Infect. Dis.* 18, 536-600 (1916)
- [7] NGUYEN THI BICH LOC: *Liczebność niektórych grup drobnoustrojów w surowym czynnym osadzie ściekowym i po jego kompostowaniu. Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 211 (84), 335-340, Szczecin (2000)
- [8] NGUYEN THI BICH LOC, Greinert: *Wpływ osadu ściekowego na mikroflorę gleby oraz wzrost i skład chemiczny grochu siewnego (Pisum sativum L.). Zeszyt. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 209(83), 119-124, Szczecin (2000)
- [9] STAŃCZYK E.: *Chemizm roślin na podłożu wzbogacone osadem ściekowym. Mater. Konf. nt.: Wykorzystanie osadów ściekowych a techniczne i prawne uwarunkowanie. Politechnika Częstochowska, Częstochowa* (1996)
- [10] WILLISA T., Hobbs G.: *Path. Bact.*, 77, 511-521 (1959)