

*Katarzyna Szwedziak, Andrzej Woźniak*

**WPŁYW NAWOŻENIA OSADEM CZYNNYM  
NA PRZYROST BIOMASY GROCHU  
(*PISUM SATIVUM*)**

**Streszczenie**

Osady ściekowe, w zależności od przygotowania oraz warunków lokalnych, będą nadal stanowić odpad do składowania, albo produkt do wykorzystania przyrodniczego. Ze względu na swoją wartość nawozową osady pochodzące z procesu oczyszczania ścieków i stanowiące produkt uboczny, mogą być wykorzystane do nawożenia lub do rekultywacji terenów zielonych. Oczywiście, aby osad mógł być wykorzystany przyrodniczo musi być odpowiednio przygotowany w procesach pozwalających na usunięcie toksycznych związków, które mogłyby negatywnie wpłynąć na jakość uprawianych na nim roślin.

Racjonalna produkcja roślinna w rolnictwie opiera się na przestrzeganiu zasad mających na celu poprawę żyzności gleby oraz jej produktywności poprzez zastosowanie właściwej agrotechniki, w tym również nawożenia mineralnego i organicznego. Gleby Polski są na ogół ubogie w materię organiczną i przy uprawie na nich roślin bardziej wymagających ulegają one odpróchnicznieniu i zubożeniu w składniki pokarmowe. Najpopularniejszym nawozem organicznym stosowanym w rolnictwie jest obornik. Po roku 1990 produkcja obornika znacznie się obniżyła ze względu na ograniczenie produkcji zwierzęcej i stosowane obecnie dawki są niewystarczające do uzyskania dobrych polonów. Z tej przyczyny niezbędne jest poszukiwanie innych alternatywnych źródeł materii organicznej możliwej do bezpiecznego stosowania jako nawozu alternatywnego.

Jednym ze sposobów alternatywnego do obornika jest stosowanie różnego rodzaju substancji organicznych, takich jak: odpady roślinne, komposty lub osady ściekowe pochodzące z oczyszczalni ścieków. Wyraźny wzrost świadomości ekologicznej wśród społeczeństwa sprzyja

idei stosowania alternatywnych źródeł materii organicznej poprzez przyrodnicze wykorzystanie a tym samym ograniczenie składowania odpadów na wypiskach śmieci. Tej idei mają służyć mają nowe, proekologiczne rozwiązania produkcyjne zakładające minimalizację odpadów i nowe zasady ich przetwarzania i utylizacji. Najbardziej naturalnym kierunkiem zagospodarowania już istniejących i aktualnie powstających produktów odpadowych i osadów ściekowych, zwłaszcza tych, które zawierają materię organiczną, jest przyrodnicze wykorzystanie. Przyrodnicza utylizacja osadu ściekowego może być w szerokim zakresie realizowana w rolniczej gospodarce, a także w organizacji i utrzymaniu terenów zielonych w miastach i na obiektach rekreacyjnych.

**Słowa kluczowe:** osad czynny, higienizacja, rolnicze wykorzystanie osadu

## WSTĘP

Osady ściekowe mogą być wykorzystywane dzięki swoim właściwościom nawozowym w rolnictwie i ogrodnictwie oraz do rekultywacji terenów zielonych. Osad przefermentowany może być dostarczany na pole w postaci ciekłej lub stałej po odwodnieniu i po usunięciu z niego części bakteriologicznie niepożądanych w procesie higienizacji osadu.

Osad zawiera helminty i jaja pasożytów i dlatego mimo częściowego ich zabijania w procesie fermentacji przefermentowany osad wzbudza jeszcze zastrzeżenia natury sanitarnej, dlatego wymagane jest stosowanie dalszej higienizacji osadu. Zagrożenie to można także wyeliminować poprzez spalanie osadu, ale za to otrzymany popiół pozabawiony jest właściwości glebotwórczych.

## CEL I ZAKRES PRACY

Osady ściekowe są produktem oczyszczania ścieków i powstają na skutek wielu procesów fizycznych, fizykochemicznych i biologicznych zachodzących w oczyszczalni ścieków.

Osady ściekowe są produktem ubocznym procesu oczyszczania ścieków, a ich jakość i ilość zależy w głównej mierze od przyjętej i stosowanej technologii oczyszczania ścieków, sposobu i stopnia ich oczyszczania oraz stopnia rozkładu substancji organicznych w procesie tzw. stabilizacji.

Skażenie osadów niepożądanymi mikroorganizmami chorobotwórczymi jest uzależnione od ścieków dopływających do oczyszczalni. Proces, za pomocą którego usuwane jest skażenie bakteriologiczne, to higienizacja [Mizera 2002]. Do procesów higienizacji osadów ściekowych należą:

- pasteryzacja,
- wapnowanie,
- higienizacja radiacją.

Przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych. Osady ze ścieków komunalnych, z oczyszczalni wiejskich, ze ścieków przemysłu rolno-spożywczego są bogate w źródła składników pokarmowych dla roślin oraz wykazują bardzo skuteczne oddziaływanie glebotwórcze, a wprowadzanie ich do wierzchnich warstw gruntu nadają tej warstwie biologiczną aktywność, właściwą dla gleb urodzajnych.

O wartości nawozowej osadu decyduje zawartość głównych składników pokarmowych dla roślin, takich jak: azot, fosfor, potas, magnez, wapń oraz mikroelementów. Właściwości glebotwórcze osadów wynikają przede wszystkim z obecności w osadach dużej ilości substancji organicznej, stanowiącej bogate środowisko dla działalności mikroorganizmów oraz substancji podatnych na tworzenie humusu.

Osad ściekowy można również poddać kompostowaniu i wykorzystaniu go potem jako nawozu kompostowego. Nawozy kompostowe mają wyjątkowo duże właściwości glebotwórcze, ich substancje organiczne pozostają w glebie przez dłuższy czas w glebie, przez co następuje poprawa gleby pod względem biologicznym. Procesowi kompostowania można poddać osady surowe, niestabilizowane, stabilizowane, niehigienizowane jak również higienizowane [Stańczyk-Mazanek, Kacprzak 2001].

**Czynniki ograniczające wykorzystanie osadów ściekowych.** Zawartość metali ciężkich w osadach ściekowych, które mają zdolność kumulowania się w organizmach jak również w roślinach są jednym z czynników ograniczających przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych. Do grupy tych metali należą: kadm, cynk, ołów i rtęć. Następnym czynnikiem ograniczającym jest skażenie chorobotwórcze bakteriami i jajami pasożytów chorobotwórczych. Odnosnie metali ciężkich określono wartości dopuszczalne stężeń w glebach, na których mają być zastosowane osady ściekowe jako nawóz (tab. 1).

Ponadto ilość metali ciężkich, które mogą być wprowadzane z osadem ściekowym w ciągu roku do gleby, średnio w okresie 10 lat przedstawia tabela 2 [Mizera 2002].

**Tabela 1.** Porównanie wartości dopuszczalnych stężeń metali ciężkich w glebie w odniesieniu do polskiego i unijnego prawa

Lp.	Metale ciężkie	Mg/kg s.m			Dyrektywa 86/278/EWG
		grunty lekkie	grunty średnie	grunty ciężkie	
1	kadm	1	2	3	1–3
2	miedź	25	50	75	50–140
3	nikiel	20	35	50	30–75
4	ołów	40	60	80	50–300
5	cynk	80	120	180	150–300
6	rtęć	0,8	1,2	1,5	1–1,5
7	chrom	50	75	100	–

**Tabela 2.** Dopuszczalna zawartość metali ciężkich w osadach przeznaczonych do rolniczego i nierolniczego wykorzystania

Metale	Sposób przyrodniczego użytkowania osadów		
	nawożenie, użyźnianie, rekultywacja gruntów		agrotechniczne przetwarzanie osadów na kompost, roślinne utrwalanie powierzchni gruntów
	rolnicze użytkowanie	nierolnicze użytkowanie	
	zawartość metali ciężkich [mg/kg s.m.o]		
ołów	500	1000	1500
kadm	10	25	50
chrom	500	1000	2500
miedź	800	1200	2000
nikiel	100	200	500
rtęć	5	10	25
cynk	2500	3500	5000

Chorobotwórcze wirusy i bakterie utrzymują w środowisku tzw. stan wirulencji czyli zjadliwości, który przebiega od kilku do kilkunastu miesięcy. Pierwotniaki i tasiemce zachowują inwazyjność około 1 roku, a jaja nicieni pasożytniczych kilka do kilkunastu lat. Nawet bardzo drastyczne zabiegi fizyczne i chemiczne skierowane przeciwko organizmom chorobotwórczym w ściekach są mało skuteczne. Najtrudniej ulegają zniszczeniu jaja nicieni pasożytniczych – glisty ludzkiej (*Asariuis lumbricoides*) i glisty psiej (*Toxocara canis*).

Na podstawie wielu badań laboratoryjnych stwierdzono, że podczas stosowania standardowych metod dezynfekcji osadów ściekowych jaja tych pasożytów ulegają destrukcji w warunkach tlenowych w temperaturze 55°C po upływie 2 godzin, a w temperaturze 45°C dopiero po 2 dniach. W warunkach beztlenowych giną w temperaturze 45°C, a w temperaturach niższych mają jedynie opóźniony rozwój zarodkowy.

W tabeli 3 przedstawiono dopuszczalną zawartość zanieczyszczeń sanitarnych w osadach wykorzystywanych przyrodniczo [Stańczyk-Mazanek, Bień 2001].

**Tabela 3.** Dopuszczalna zawartość zanieczyszczeń sanitarnych w osadach wykorzystywanych rolniczo [szt/kg s.m].

Wskaźnik	Sposób przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych	
	użyźnianie i nawożenie	rekultywacja
bakterie rodzaju <i>Salmonella</i>	niewykrywalne	niewykrywalne
jaja pasożytów przewodu pokarmowego	Do 10	Do 300

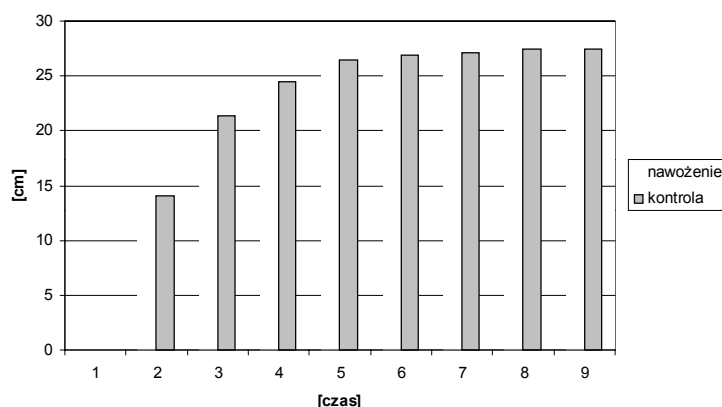
**Charakterystyka osadu ściekowego użytego do badań.** Osad ściekowy został pobrany z oczyszczalni ścieków w Strzelcach Opolskich. Oczyszczalnia ścieków oczyszcza ścieki bytowo-gospodarcze. Osad został wcześniej przygotowany do rolniczego wykorzystania oraz zhigienizowany poprzez wapnowanie. Tabela 4 przedstawia charakterystykę osadu po zastosowaniu stabilizacji i higienizacji.

**Tabela 4.** Charakterystyka osadu czynnego z oczyszczalni ścieków w Strzelcach Opolskich

Oznaczenie	Jednostka	Wynik
wilgotność	%	24,4
sucha masa	%	25,6
substancje organiczne	% s.m	36,8
substancje mineralne	% s.m	61,2
odczyn	pH	12,5
azot ogólny	% s.m	4,1
azot amonowy	% s.m	2,1
fosfor ogólny	% s.m	1,03
wapń	% s.m	8,50
magnez	% s.m	3,7
cynk	mg/kg s.m	754
nikiel	mg/kg s.m	45
chrom	mg/kg s.m	12,7
ołów	mg/kg s.m	6,8
kadm	mg/kg s.m	nie wykryto
miedź	mg/kg s.m	47
rteć	mg/kg s.m	nie wykryto
potas	% s.m	0,68

## METODYKA BADAŃ I OPRACOWANIE WYNIKÓW

Założono doświadczenie wazonowe w warunkach laboratoryjnych w 30 powtórzeniach dla obiektów nawożonych osadem czynnych jak i dla kontroli. W każdym wazonie posadzono 2 rośliny. Do badań wykorzystano groch (*Pisum sativum*). Dla wariantu badanego zastosowano nawóz w postaci osadu czynnego poddanego wcześniejszej higienizacji w ilości 10 t/ha. Co 48 godzin od momentu wschodów roślin mierzono wzrosty elongacyjne badanych roślin dla wariantu badanego i kontrolnego. Wazony były podlewane do stałej wagi. Wazony umieszczono w laboratorium o stałych warunkach temperaturowych i wilgotnościowych. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono wykres słupkowy wzrostu elongacyjnego grochu w czasie dla wariantu kontrolnego i nawożonego osadem (rys. 1). Na podstawie wykresu można powiedzieć, że zastosowanie osadu ściekowego jako nawozu wpływa na szybkość wzrostu grochu w stosunku do wariantu kontrolnego, czyli bez stosowania nawożenia. Wzrost roślin w początkowym etapie jest jednakowy, po upływie 5 dni rośliny nawożone zaczynają przyrastać na wysokość szybciej.



**Rysunek 1.** Wzrost elongacyjny grochu (*Pisum sativum*) dla wariantu nawożonego i kontrolnego bez nawożenia

## PODSUMOWANIE

1. Osady ze ścieków komunalnych, z oczyszczalni wiejskich, ze ścieków przemysłu rolno-spożywczego obfitują w bogate źródła składników pokarmowych dla roślin oraz wykazują bardzo skuteczne

oddziaływanie glebotwórcze, a wprowadzone do wierzchnich warstw gruntu nadają tej warstwie biologiczną aktywność, właściwą dla gleb urodzajnych.

2. Skażenie osadów mikroorganizmami jest zależne od skażenia ścieków oraz skuteczności zastosowanej higienizacji, która może być realizowana w ramach różnych procesów przerobu, np. w procesie stabilizacji osadów.

3. Nawożenie osadem grochu w warunkach doświadczenia wazonowego powoduje szybsze wzrosty na długość roślin w stosunku do wariantu kontrolnego bez nawożenia.

## BIBLIOGRAFIA

- Mizera A. *Osady ściekowe odpadem (nie)bezpiecznym*. Green-World 2002.
- Stańczyk-Mazanek E. Bień J.B. *Sanitarne właściwości gleb nawożonych osadami ściekowymi* [w:] *Osady ściekowe problem aktualny* pod red. J.B. Bienia, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa-Ustroń 2001, s. 325–329.
- Stańczyk-Mazanek E. Kacprzak M. *Analiza mykologiczna osadów ściekowych z wybranych oczyszczalni ścieków. Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych. Ochrona i rekultywacja gruntów*. PTIE, Bydgoszcz 4–6 czerwca 2001.

dr inż. Katarzyna Szwedziak  
Zakład Techniki Rolniczej i Leśnej  
Politechnika Opolska  
dr hab. inż. Andrzej Woźniak  
Katedra Technicznej Infrastruktury Wsi  
Akademia Rolnicza w Krakowie

Recenzent: *Prof. dr hab. Krzysztof Wierzbicki*

## THE EFFECT OF ACTIVE SLUDGE FERTILIZATION ON BIOMASS GROWTH IN PEAS (*PISUM SATIVUM*)

### SUMMARY

Sewage sludge, depending on its preparation and local conditions will still constitute waste material for storage or a product to be used in nature. Due to its fertilizer value, sludge originating from treatment process as its by-product may be used for fertilization or reclamation of green areas. Obviously, to be used in nature the sludge must be properly prepared in processes allowing for removal of toxic compounds, which might negatively affect the quality of crops cultivated on it.

Rational agricultural production bases on observing rules to improve soil fertility and its productivity through application of proper cultivation measures, including mineral and organic fertilization. Soils of Poland usually reveal poor abundance in organic matter and when more demanding plants are cultivated in them, the amount of humus decreases rapidly and they become nutrient impoverished. Farmyard manure is the most popular organic fertilizer used in agriculture. After the year 1990 farmyard production declined considerably due to reduced animal production and the currently used doses are insufficient to obtain good yields. Therefore it is necessary to seek new alternative sources of organic matter which might be safely used as an alternative fertilizer.

Alternatives to FYM fertilizers include various types of organic substances, such as plant wastes, composts or sewage sludge originating from sewage treatment plants. An apparent improvement in ecological awareness in the society favors the idea of using alternative sources of organic matter through natural utilization of wastes, which at the same time reduces their storage at landfills. This idea should be supported by new pro-ecological productive solutions assuming minimization of wastes and new rules governing their processing and utilization. The most natural direction of management of already existing waste products and sewage sludge, particularly containing organic matter is their biological use. Biological utilization of sewage sludge may be realized to a wide extent in agriculture but they may be also applied for organization and maintenance of green areas in cities and in recreational areas.