

**ANDRZEJ GREINERT, HENRYK GREINERT \***

**OCENA MOŻLIWOŚCI GOSPODARCZEGO  
WYKORZYSTANIA ODPADÓW ORGANICZNYCH  
I ROŚLIN UPRAWIANYCH NA ZANIECZYSZCZONYCH  
GLEBACH ŚRODKOWEGO NADODRZA**

**Słowa kluczowe:** odpady organiczne, rośliny przemysłowe, grunty skażone

*Streszczenie*

*Środkowe Nadodrze to jeden z rejonów Polski, które będąc w znacznym stopniu zalesionymi, nadal posiadają dużą powierzchnię ugorów i odłogów, także na glebach dobrych klas. Te z kolei są częściowo wadliwe z punktu widzenia chemizmu (zanieczyszczenie, głównie metalami ciężkimi i rzadziej pochodnymi ropy naftowej). Wskazuje to na konieczność poszukiwania dla tych terenów sensownego sposobu zagospodarowania. O ile najslabsze gleby powinny być w dalszym ciągu zalesiane, o tyle dla pozostałych przyszłością mogą być uprawy roślin technicznych – nie przeznaczonych na spożycie. Ponadto ze znacznej obszarowo produkcji roślinnej powstają różnego rodzaju odpady (kora, trociny, masa zielona). Materiały te powinny być wykorzystane w rolnictwie, leśnictwie, ogrodnictwie, po analitycznym ustaleniu ich przydatności.*

**Wprowadzenie**

Materiały organiczne, jako produkty odnawialne, powstają ciągle jako efekt działalności życiowej. Coraz szersze sięganie po nie jako surowce do produkcji i uzyskiwanie energii oddala od nas groźbę wynikającą z wyczerpywania się surowców kopalnych.

Na terenie Środkowego Nadodrza do takich materiałów można zaliczyć odpady organiczne z rolnictwa, przemysłu i gospodarki komunalnej. Znaczną ilość surowców odnawialnych dla przemysłu i energetyki można uzyskać z gleb zanieczyszczonych, nieprzydatnych do produkcji żywności.

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

## Możliwość wykorzystania odpadów organicznych

### Kora

W regionie lubuskim ponad 90% materiału korowego pochodzi z drzewostanu sosnowego. W latach 80-tych była ona dość intensywnie wykorzystywana jako podłoże w ogrodnictwie szklarniowym. Następnie jej wykorzystanie się zmniejszyło z powodu upadku dużych gospodarstw PGR. Obecnie materiał ten jest wykorzystywany do mulczowania założeń zieleni miejskiej oraz ogrodów przydomowych. Można szacować, że tylko w województwie zielonogórskim zapasy kory na hałdach przekraczają 200 tys. m<sup>3</sup>. Kora stanowi typowy odpad organiczny, w którym wartość nawozowa ma drugorzędne znaczenie. W stanie świeżym zawiera substancje rozpuszczalne w wodzie, które w pewnym stopniu hamują wzrost roślin. Ta właściwość kory znika po kilku miesiącach składowania. W celu polepszenia jej właściwości stosuje się kompostowanie z różnymi dodatkami, jak torf, obornik, gnojowica, kurz bawełniany i innymi materiałami. W tabeli 1 podano niektóre właściwości kory. W celu poprawienia odczynu niezbędny jest dodatek CaCO<sub>3</sub>. Mimo kompostowania nie otrzymuje się materiału porównywalnego z klasycznymi kompostami ogrodniczymi. Otrzymany produkt cechuje się dość słabymi zdolnościami retencji wody (niższymi niż torf) oraz słabymi zdolnościami sorbowania składników. Obserwuje się wskutek tego znaczącą różnicę w możliwościach uzyskiwania plonów roślin na tych materiałach uprawianych.

Obecnie w ogrodnictwie szklarniowym stosuje się podłoża sztuczne, np. wełnę mineralną oraz podłoża na bazie torfów. Zapewniają one lepsze warunki sanitarne i technologiczne produkcji.

Nie powinno się natomiast rezygnować z kory w produkcji polowej i w uprawie roślin ozdobnych na terenach zieleni komponowanej. Jest to materiał nie zanieczyszczony chemicznie i biologicznie. Nadaje się doskonale do ściółkowania gleby, co zapobiega jej wysychaniu. Badania wykazały również, że substancja organiczna z kory, dzięki stosunkowo dużej odporności na rozkład, może przez długi czas wzbogacać glebę w substraty do syntezy biologicznej próchnicy. Sam materiał poprawia fizyczne właściwości gleby, które coraz częściej są czynnikiem limitującym plonowanie. W każdym przypadku, równoległe ze stosowaniem kory, trzeba założyć podwyższone nawożenie azotowe, co wynika z szerokiego stosunku C:N.

Tab. 1. Niektóre właściwości kory pobranej z hałdy oraz po kompostowaniu z gnojowicą [Greinert, Drab 1984]

Właściwości	Kora z hałdy		Kora po kompostowaniu z gnojowicą i CaCO <sub>3</sub>	
	Pr.1	Pr.2	Przed sadzeniem pomidorów	Po zbiorach
Gęstość objętościowa (g·cm <sup>-3</sup> )	0,20	0,19	0,36	0,27
Pojemność wodna:				
- kapilarna (% wag.)	246	248	153	180
- całkowita (% wag.)	377	354	180	277
Popielność (%)	7,50	5,20	24,70	28,20
pH w H <sub>2</sub> O	5,40	5,40	6,20	6,20
pH w 1m KCl	5,20	5,10	5,90	6,00
Składniki ogółem (%):				
N	0,79	0,63	0,69	0,66
P	0,06	0,06	0,45	0,22
K	0,13	0,07	1,02	0,23
Ca	1,38	0,77	3,58	2,48
Mg	0,10	0,48	0,79	0,20
Metale ciężkie (ppm):				
Mn	357	286	323	255
Cu	4	3	109	50
Zn	58	17	53	66
Fe	3449	2094	3381	2220

### Trociny

Część zakładów produkujących duże ilości trocin wykorzystuje je we własnym zakresie, między innymi do celów opałowych. Są one również przydatne jako składnik podłoży. Z powodu niskiego pH muszą być wapnowane. Są bardzo ubogie w składniki mineralne, szczególnie w azot. Dlatego w celu uniknięcia spadku plonów, wywołanych sorpcją biologiczną tego składnika niezbędne jest stosunkowo wysokie nawożenie azotem. Nie można do tego całej niezbędnej dawki azotu zastosować jednorazowo, ponieważ w takim przypadku niezbyt aktywny biologicznie materiał nie pozwoli na szybkie związanie go przez mikroorganizmy, w związku z czym duża część azotu może ulec wypłukaniu. Powoduje to skomplikowanie agrotechniki przy użyciu uprawowym tego materiału. Trociny można stosować jako materiał zastępujący torf wysoki pod rośliny ogrodnicze, wymagające kwaśnego odczynu. W tym przypadku nie stosuje się dodatku CaCO<sub>3</sub>, a jedynie mieszanki nawozowe.

**Kompost z odpadów bytowo-gospodarczych**

Komposty są nawozami stosowanymi od dawna w rolnictwie, a szczególnie w ogrodnictwie [Reuter 1994]. Z odpadów bytowo-gospodarczych można wyprodukować dobry kompost, o ile substancje wyjściowe do kompostowania będą zawierały dużo substancji organicznych, biologicznie czynnych i nie będzie w nich materiałów szkodliwych. Najlepszy kompost otrzymuje się więc z odpadów posegregowanych w miejscu ich powstania. W dużych aglomeracjach jest to jednak problem trudny do rozwiązania. Dlatego szereg kompostowni na świecie i w Polsce pracuje na materiale segregowanym w kompostowni lub niesegregowanym. Segregację prowadzi się mechanicznie, przed lub po procesie kompostowania. W ten drugi sposób pracuje kompostownia w Raculi k. Zielonej Góry. W tabeli 2 przedstawiono za Jędrzakiem [1995] skład frakcyjny, morfologiczny i chemiczny odpadów z osiedli Zielonej Góry o zabudowie wielorodzinnej (bloki w nowym budownictwie).

Tab. 2. Skład chemiczny odpadów kierowanych do kompostowania [Jędrzak 1995]

Składniki	Jednostki	Wartość
Skład frakcyjny:		
drobna < 8 mm	%	5,1
średnia 8 - 40 mm	%	25,4
gruba 40 - 120 mm	%	32,0
odsiew > 120 mm	%	37,5
Skład morfologiczny:		
papier i tektura	% wag.	36,9
tworzywa sztuczne	% wag.	14,6
metale	% wag.	4,5
szkło	% wag.	11,7
tekstylnia	% wag.	8,1
pozostałe org. i nieorg.	% wag.	24,2
Skład chemiczny:		
wilgotność	%	35,4
substancje org.	% s.m.	41,9
azot og.	% s.m.	0,95
fosfor og.	% s.m.	0,61
potas	% s.m.	0,50
cynk	mg/kg s.m.	1822
miedź	mg/kg s.m.	120
nikiel	mg/kg s.m.	63
ołów	mg/kg s.m.	276
kadm	mg/kg s.m.	5,8
chrom	mg/kg s.m.	64,8

Porównując przedstawione w analizowanej tabeli dane z wynikami badań laboratoryjnych wyprodukowanego kompostu (tab. 3) należy stwierdzić należyte wyodrębnienie w toku obróbki na urządzeniach kompostowni materiałów grubych, w tym o charakterze zanieczyszczeń.

Analizy wykazują, że frakcje przekompostowane zawierają nadmierne stężenia Zn i Cd. Oprócz tego nie udaje się wyeliminować całkowicie domieszek szkła (1,28%). Fakt ten wyłącza opisywany kompost ze sfery zainteresowań ogrodników. Również w przypadku zastosowania w rolnictwie istnieje pewne ryzyko. Dotyczy to szczególnie gleb lekkich, piaskowych oraz kwaśnych. Takie gleby w regionie Środkowego Nadodrza, będące w użytkowaniu rolniczym, stanowią około 50%, a pod lasami 90%.

Tab. 3. Skład chemiczny kompostu

Składniki	Jednostki	Liczba próbek	Jakość kompostu		Klasa kompostu
			zakres	wartość średnia	
Substancja org.	% s.m.	32	24,0-48,0	38,4	II
Azot og. (N)	% s.m.	6	0,87-1,53	1,25	I
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	% s.m.	6	0,22-1,10	0,56	II
Potas (K <sub>2</sub> O)	% s.m.	6	0,19-1,72	0,77	I
Odczyn (w H <sub>2</sub> O)	pH	6	6,40-7,30	6,90	I
Wapń (CaO)	% s.m.	5	4,06-6,79	4,93	
Magnez (MgO)	mg/kg	3	0,21-0,57	0,33	
Żelazo	mg/kg	4	12160-39200	27620	
Cynk	mg/kg	6	942-4700	2578	PK
Miedź	mg/kg	6	79-380	245	I
Ołów	mg/kg	6	106-670	399	II
Kadm	mg/kg	6	1-37	11	II
Chrom	mg/kg	6	29-160	97	I
Nikiel	mg/kg	6	25-84	69	I
Wilgotność	%	32	19,1-46,7	26,1	I
Zawartość szkła	%	32	0,52-5,10	1,28	III

Porównując wyniki z liczbami granicznymi dla gleb terenów zurbanizowanych (tab. 4), stwierdzić można, że zawartość składników w tym materiale nie zawsze gwarantuje bezpieczeństwo dla środowiska nawet na terenach nieuprawnych.

Tab. 4. Dopuszczalna i toksyczna zawartość Zn, Cd, Pb, Cu i As w glebach [Eikmann i inni 1993]

Użytkowanie	Ocena	Zn	Cd	Pb	Cu	As
Gleba przydatna do każdej funkcji	czysta	150	1	100	50	20
Place zabaw dziecięcych	dopuszczalne	300	2	200	50	20
	toksyczne	2000	10	1000	250	50
Ogródki przydomowe i działki	dopuszczalne	300	2	300	50	40
	toksyczne	600	5	1000	200	80
Użytki rolne	dopuszczalne	300	2	500	50	40
	toksyczne	600	5	1000	200	50
Ekosystemy nierolnicze	dopuszczalne	300	5	1000	50	40
	toksyczne	600	10	2000	200	60
Parki i tereny rekreacyjne	dopuszczalne	1000	4	500	200	40
	toksyczne	3000	15	2000	600	80
Tereny przemysłowe nieutwardzone	dopuszczalne	1000	10	1000	300	50
	toksyczne	3000	20	2000	1000	150
Tereny przemysłowe utwardzone lub zadarmione	dopuszczalne	1000	10	1000	500	50
	toksyczne	3000	20	2000	2000	2000

Tabela 5, opracowana na podstawie licznych badań i doświadczeń przez Hermsa i Brümmera [1980], ilustruje zagrożenie. Przy obniżeniu się pH gleby rozpuszczalność metali ciężkich, a szczególnie kadmu i cynku wzrasta wielokrotnie. Wiąże się to z takim samym wzrostem ich toksyczności. Nawet mieszczące się w normach zanieczyszczenia mogą na wiele lat wywołać pogorszenie się środowiska glebowego, zwłaszcza przy wielokrotnym stosowaniu kompostu z odpadów.

Tab. 5. Dopuszczalna zawartość Zn, Cd, Ni, Cu i Pb w glebach przy pH 3-7 w zależności od zawartości metali ciężkich w roztworze glebowym [Herms i Brümmer 1980]

Pierwiastek	Koncentracja graniczna [mg/dm <sup>3</sup> ]	Dopuszczalne zawartości [mg/kg] przy pH:				
		3	4	5	6	7
Zn	1	< 20	20	40	100	300
Cd	0,01	< 0,1	< 0,1	0,3	0,5	2,5
Ni	0,2	<< 50	<< 50	< 50	50	50
Cu	0,4	15	40	100	100	100
Pb	1	90	200	200	200	200

### Wartość osadów ściekowych jako nawozów

Osady ściekowe przed ich wykorzystaniem muszą być zazwyczaj odwodnione na poletkach lub urządzeniach mechanicznych. Wyjątek stanowi ich użycie jako dodatku do kompostowania odpadów bytowo-gospodarczych. Pełnią wtedy rolę nawilżenia odpadów oraz w pewnym stopniu „zaczynu” fermentacji.

Wartość samych osadów ściekowych pod względem nawozowym jest z reguły wysoka. Są po uzupełnieniu potasu doskonałym substytutem nawozów organicznych. Podobnie jak w przypadku kompostów z odpadów komunalnych, istnieją dwie główne przeszkody w ich powszechnym stosowaniu. Pierwszą i najważniejszą jest fakt, że w osadach z oczyszczalni miejskich występuje często znaczna koncentracja metali ciężkich. Ich obecność spowodowana jest głównie przez ścieki przemysłowe. Osady z oczyszczalni miejscowości o charakterze wybitnie mieszkalnym mają stężenia metali ciężkich niskie, nie przeszkadzające w stosowaniu ich w szerokim zakresie jako nawozów.

Drugim czynnikiem, stanowiącym pewne zagrożenie przy stosowaniu osadów do nawożenia, są występujące w nich jaja pasożytów i przetrwalników bakterii. Ryzyka zakażenia można uniknąć na drodze ich odkażenia różnymi sposobami lub przestrzegając dopasowanego do utylizacji osadów zmianowania roślin. W pierwszym roku po zastosowaniu osadów ściekowych nie można uprawiać roślin spożywanych na surowo przez ludzi lub używanych na karmę dla zwierząt.

Dość szeroko realizowany program budowy oczyszczalni ścieków dostarczy dużo osadów ściekowych. W wielu miejscowościach jest szansa, że będą to materiały o niskiej koncentracji zanieczyszczeń pochodzenia przemysłowego, a więc cenne nawozy organiczne.

### **Wykorzystanie gleb zanieczyszczonych do produkcji roślin przemysłowych**

Na terenach Środkowego Nadodrza występują obszary gleb, na których uprawa wielu roślin jest ryzykowna z uwagi na silne zanieczyszczenie metalami ciężkimi, skażenie organiczne, podtopienie i zalewanie. Należą do nich przede wszystkim:

- Gleby zanieczyszczone ołowiem i miedzią w okolicach hut miedzi w Głogowie i Legnicy oraz wkoło składowisk odpadów flotacyjnych.
- Tereny przyległe do dróg o silnym natężeniu ruchu samochodowego oraz wkoło planowanych autostrad A-2, A-3 i A-4.
- Tereny wkoło wysypisk i składowisk.
- Obszary często zalewane wodami powodziowymi.

Gleby takich terenów są nieprzydatne do uprawy typowych roślin rolniczych czy ogrodniczych, ale dzięki często wysokiej żyzności można na nich uprawiać rośliny dla celów niekonsumpcyjnych, przemysłowych.

Pierwszym, stosunkowo dużym kompleksem gleb o wysokiej produktywności jest obszar strefy ochronnej około 5000 ha wkoło Huty Miedzi „Głogów”. Przeważają tam gleby bardzo dobre, 2 i 3 kompleksu przydatności rolniczej, typu brunatnego i czarnoziemnego, wytworzone z utworów lessopodobnych (Wzgórza Dalkowskie) i osadów rzeki Odry. Nadają się szczególnie dobrze do produkcji rzepaku na olej dla celów technicznych, w tym na paliwa do pojazdów mechanicznych. W regionie tym uzyskuje się wysokie plony rzepaku.

Połowa wymienionego obszaru jest zasadzona drzewami. Przeważają monokultury topoli. Obecnie część drzew na skutek nadmiernego zagęszczenia trzeba usunąć. Materiał ten nadaje się na papierówkę. Bardzo dobrze na tym terenie udaje się też uprawa konopi.

Podobne gleby, na mniejszym obszarze strefy ochronnej występują wkoło Huty Miedzi „Legnica”.

Oprócz roślin typowo przemysłowych, na tych glebach jest możliwa produkcja nasienna roślin rolniczych. Bardzo dobrze udaje się w tych okolicach uprawa konopi i lnu.

Na obszarach o glebach nieco słabszych, ale niezbyt suchych, do roślin przemysłowych nie reagujących nadmiernie na zanieczyszczenie należą len i konopie. Szczególnie w uprawie lnu rolnictwo polskie miało do połowy lat 80-tych przodującą pozycję. W okresie transformacji ustrojowej napływ ogromnej masy tanich materiałów włókienniczych spowodował regres tej gałęzi produkcji rolnej.

Produkcja wikliny wiąże się z terenami wilgotnymi o nieustabilizowanych z reguły stosunkach wodnych. Często gleby tych terenów są zalewane lub podtapiane, co utrudnia ich wykorzystanie dla celów rolniczych. Korzystne warunki do uprawy wierzby wikliniarskiej występują w dolinach rzek Odry, Bobru, Nysy, Lubrzy, Warty, Noteci i Obry. Również obniżenia terenowe, jak Obniżenie Obrzańskie, Kotlina Kargowska, Obniżenie Gubińskie, Kotlina Gorzowska mają warunki korzystne do uprawy wikliny. Dodatkową zaletą uprawy wikliny jest możliwość wykorzystania jej plantacji do oczyszczania ścieków, tzw. oczyszczalnie korzeniowe.

Tereny pojezierzy są bogate w trzcinę, przydatną do produkcji mat o różnym przeznaczeniu.



### Literatura

1. EIKMANN Th., KLOKE A., EIKMANN S.: *Environmental, medical and toxicological assessment of soil contamination. „Contaminated Soil'93”* vol.I., F. Arendt, G.J. Annokkee, R. Bosman, W.J. van den Brink(ed.) Kluwer Academic Publishers, 327-336, 1993
2. GREINERT H.: *Ochrona gleby*. Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze 1992
3. GREINERT H., DRAB M.: *Możliwość wykorzystania kory sosnowej w uprawie pomidorów szklarniowych*. Zeszyty Naukowe WSI w Zielonej Górze, Nr 74, 117-130, 1984
4. HERMS U., BRÜMMER G.: *Einfluß der Bodenreaktion auf Löslichkeit und tolerierbare Gesamtgehalte an Nickel, Kupfer, Zink, Cadium und Blei im Böden und Kompostierten Siedlungsabfällen*. Landwirtsch. Forsch., 33, 408-423, 1980
5. JĘDRCZAK A.: *Kompostowanie odpadów w otwartych komorach kompostowych z napowietrzaniem w Zielonej Górze*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, T. LXIX, Nr 2, 37-40, 1995
6. REUTER G.: *Improvement of sandy soils by clay-substrate application*. Applied Clay Science, 9, 107-120, 1994

### POSSIBILITY ESTIMATION OF ORGANIC WASTES AND PLANT PRODUCTS MANAGEMENT FROM THE POLLUTED AREAS OF MIDDLE-ODRA LAND

**Keywords:** organic wastes, industrial plants, contaminated grounds

#### *S u m m a r y*

*Middle Odra Land this one of Polish regions, which being in considerable degree afforested, they possess still the large surface of fallows and the fallow lands, also on soils the good classes. These in turn are partly defective with point of sight of chemism (the dirt, mainly with heavy metals and more seldom the derivatives of petroleum). This shows on searches necessity for these terrains of sensible way of the use implements. If the weakest soils should be still afforested, the better ones should be farmed, using technical plants - not designed on consumption. Moreover, from considerable widespread vegetation, wastes masses are produced in high amounts (bark, sawdusts, green mass). These materials should be used in agriculture, forestry and gardening, after analytic proof their usefulness.*