

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. LIV, 18

SECTIO E

1999

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego Akademii Rolniczej w Lublinie
Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych Akademii Rolniczej w Lublinie

STANISŁAW BARAN, ELŻBIETA JOLANTA BIELIŃSKA,
JANUSZ WIŚNIEWSKI

*Wpływ osadu ściekowego i wermikompostu z tego osadu
na aktywność enzymatyczną gleby piaszczystej*

The Effect of Sewage Sludge and Vermicompost Obtained from the Sludge Application
on the Enzymatic Activity of Sandy Soil

Koncentracja produkcji rolnej i przetwórstwa płodów rolnych, a także postępujący rozwój aglomeracji miejskich powodują powstawanie znacznych ilości organicznych substancji odpadowych degradujących środowisko. Przywrócenie w obieg biologiczny związków organicznych zawartych w osadach ściekowych jest uzasadnione z punktu widzenia rolniczego i ekologicznego (Baran i Turski 1995). Wykorzystanie osadów ściekowych do nawożenia i użyźniania gleb z zachowaniem wszelkich reguł działania proekologicznego może mieć duże znaczenie gospodarcze (Turski i Baran 1995).

Aktywność enzymów glebowych stanowi czuły wskaźnik oceny żyzności i produktywności gleb oraz umożliwia kompleksowe rozpoznanie zmian zachodzących w środowisku glebowym (Gostkowska i wsp., 1993; Myśków i wsp., 1996).

Celem niniejszych badań była ocena wpływu osadu ściekowego i wermikompostu wytworzonego z tego osadu na aktywność enzymatyczną gleby piaszczystej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W doświadczeniu poletkowym (poletka o pow. 15 m^2) do gleby bielcowej wytworzonej z piasku słabogliniastego zastosowano ziemisty, przefermentowany osad ściekowy z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Końskich, powstały z oczyszczania ścieków komunalnych (70%) i przemysłowych (30%). Realizowano również doświadczenie mikropoletkowe (poletka o pow.

1m²), w którym zastosowano przekompostowany przy udziale dżdżownicy kalifornijskiej osad ściekowy z Końskich (wermikompost).

Osad ściekowy i wermikompost wniesiono w następujących dawkach suchej masy: 1%, 2,5%, 5%, 10% i 20% i wymieszano z warstwą gleby do głębokości 25 cm. Obiekty kontrolne stanowiły poletka bez żadnych dodatków oraz nawożone obornikiem w dawce 30 Mg/ha. Warstwa uprawna badanej gleby bielcowej zawierała 86% frakcji 1-0,1 mm, 7% frakcji 0,1-0,02 mm, 7% frakcji < 0,02 mm, w tym 2% frakcji < 0,002 mm. Odczyn pH_{KCl} wynosił 4,3. Na poletkach tych uprawiano rośliny w następstwie: w r. 1993 kukurydza, w r. 1994 jęczmień jary, w r. 1995 jęczmień ozimy i w r. 1996 rzepak, stosując technologię uprawy oraz uzupełniające nawożenie mineralne zgodnie z ich wymaganiami (Baran 1996).

Skład chemiczny osadu ściekowego z Końskich i wermikompostu przedstawiono w tab. 1. Charakterystykę warunków meteorologicznych (opady i temperatura) na obszarze badań podano w tab. 2.

Tab. 1. Skład chemiczny osadu z Końskich i wermikompostu (wg Barana 1996)
Chemical composition of sewage sludge from Końskie and vermicompost (W – vermicompost, ¹C-total, ²C-mobile fractions, ³C-oxidable in 0,33 M KMnO₄)

	Ct ¹	Cm ²	Cox ³	P	K	Mg	pH _{KCl}	Pb	Cd	Zn	Cu
(mg/100g osadu)								(mg/kg s. m. osadu)			
Końskie	21000	756	3975	15,6	19,2	12,0	6,0	125,0	5,0	2500	86,0
W	16800	1270	2470	28,7	12,9	13,0	6,3	120,0	3,8	2400	80,0

Końskie – osad z Końskich, W – wermikompost.

Próbki glebowe pobrano z warstwy orno-próchnicznej (0-25 cm) dwukrotnie w trzeciej dekadzie sierpnia 1995 i 1996 roku.

W próbkach glebowych oznaczono aktywność enzymatyczną dehydrogenaz metodą Thalmanna (1968), fosfataz wg metody T a b a t a b a i i wsp. (1969), proteazy metodą L a d d a i wsp. (1972) oraz zawartość węgla ogółem metodą T i u r i n a w modyfikacji Simakowa, zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla i zawartość fosforu przyswajalnego według Egnera-Riehma DL. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Zależność pomiędzy aktywnością badanych enzymów glebowych a wielkością dawki stosowanych środków użyźniających oceniono metodą korelacji.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja

Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że w efekcie wprowadzania do gleby testowanych środków użyźniających nastąpiły wyraźne zmiany jej aktywności enzymatycznej. Kierunek tych zmian, a także nasilenie badanych procesów biochemicznych uzależnione były głównie od rodzaju zastosowanego środka, wielkości jego dawki oraz lat badań. W pierwszym roku badań (1995) wprowadze-

Tab. 2. Średnie temperatury i opady w latach 1995-1996
Mean temperature and precipitation in 1995-1996

Miesiąc	Rok	Temperatura (°C)			Opady (mm)		
		dekady			dekady		
		1	2	3	1	2	3
IV	1995	3,9	6,0	12,3	17,8	12,5	9,7
	1996	3,3	4,7	13,8	2,1	3,4	9,9
V	1995	9,0	11,3	15,9	11,6	13,6	7,6
	1996	14,8	18,9	13,2	18,2	58,3	39,0
VI	1995	17,6	17,5	16,2	16,2	15,1	39,0
	1996	19,1	15,8	14,7	4,6	6,1	17,3
VII	1995	19,5	20,6	19,5	20,4	5,1	0,0
	1996	17,5	15,3	16,4	5,5	15,5	59,2
VIII	1995	18,0	19,4	17,1	2,0	0,3	61,6
	1996	16,0	18,2	18,8	50,7	10,7	28,8
IX	1995	13,8	14,2	10,8	54,2	50,8	8,2
	1996	13,5	8,0	7,3	14,1	50,5	18,7
X	1995	11,6	12,1	5,6	3,1	6,4	1,5
	1996	10,2	9,9	5,4	0,0	46,0	11,0

nie do gleby osadu ściekowego i wermikompostu spowodowało wzrost aktywności dehydrogenaz i proteazy. Należy podkreślić, iż efekt ten był silniejszy niż w glebie z dodatkiem obornika.

Stymulacja aktywności omawianych enzymów związana była zapewne z większą zawartością węgla ogółem i azotu ogółem w glebie użyźnionej osadem ściekowym i wermikompostem niż w glebie obiektów kontrolnych (tab. 4). Intensywność procesów enzymatycznych uwarunkowana jest bowiem przede wszystkim ilością materiału energetycznego (D i c k 1992; K o b u s 1995). Badania wielu autorów (D o m ż a ł i wsp. 1994; G o s t k o w s k a i wsp. 1993; M y ś k ó w i wsp. 1996) dowiodły wysoce istotnych wartości współczynników korelacji pomiędzy aktywnością enzymów glebowych a zawartością węgla w związkach organicznych. Z danych zamieszczonych w tab. 1 wynika, że testowane środki użyźniające wprowadziły do badanej gleby substancje organiczne podatne na rozkład mikrobiologiczny, zaś sorpcja przez frakcje węgla organicznego, a zwłaszcza substancje humusowe, molekuł enzymatycznych, może prowadzić do ich stabilizacji i wzrostu aktywności (Chazijew 1982). Aktywność fosfatazowa w omawianym okresie badań była na ogół hamowana przez użyte substancje użyźniające (tab. 3). Zjawisko to odnotowano przede wszystkim w warunkach

Tab. 3. Aktywność enzymatyczna gleby piaszczystej
Enzymatic activity of sandy soil

Objekt	Dehydrogenazy (μg TPF/g /24h)			Fosfatazy (g p.-nitrofenol/g/1ha)			Proteaza (g tyrozyna/g /1h)		
	Lata								
	1995	1996	średnia dla dawki	1995	1996	średnia dla dawki	1995	1996	średni dla dawki
Gleba	7,2	4,5	5,9	129,8	117,3	123,6	17,9	15,3	16,6
Gleba + obornik	8,4	5,4	6,9	118,6	103,5	111,1	15,7	16,7	16,2
G + K 1%	6,8	5,7	6,3	102,9	95,2	99,1	18,3	17,1	17,7
G + K 2,5%	7,9	6,2	14,1	102,8	97,4	100,1	17,7	17,4	17,6
G + K 5%	8,2	7,2	7,7	94,8	103,4	99,1	18,3	18,5	18,4
G + K 10%	11,7	7,9	9,8	64,4	116,5	90,5	44,5	40,9	42,7
G + K 20%	9,9	8,3	9,1	83,8	124,9	104,4	38,5	47,8	43,2
Średnia dla osadu	9,4			98,6			27,9		
G + W 1%	5,1	3,8	4,5	110,3	106,7	108,5	19,3	18,1	18,7
G + W 2,5%	7,8	6,5	7,2	118,6	115,2	116,9	19,8	18,6	19,2
G + W 5%	8,7	7,4	8,1	118,7	115,4	117,1	20,3	19,2	19,8
G + W 10%	12,8	11,5	12,2	92,8	116,0	104,4	21,4	20,1	20,8
G + W 20%	12,5	13,8	13,2	99,1	123,9	111,5	49,1	47,9	48,5
Średnia dla osadu	9,0			111,7			25,4		
NIR dla osadów, dawek	0,03** 0,09*			0,17** 0,46**			0,14** 0,41**		

**p = 0,01

Objaśnienia: G – gleba, K – osad z Końskich, W – wermikompost.

stosowania wyższych dawek, tj. 10 i 20%. Przyczyną obserwowanej w r. 1995 inhibicji aktywności fosfataz mogło być wprowadzenie ze stosowanymi substancjami znacznych ilości fosforu przyswajalnego (tab. 4). Sugestia ta znajduje potwierdzenie w wynikach badań innych autorów (Chaziejew 1982; Cieślak i Koper 1990), którzy dowiedli, że nadmiar fosforu przyswajalnego hamuje syntezę tego enzymu.

W drugim roku badań (1996) stosowane odpady spowodowały wzrost aktywności nie tylko dehydrogenaz i proteazy, ale również fosfatazy. Można przypuszczać, że przyczyną pobudzenia aktywności fosfatazowej w r. 1996 była niższa niż w r. 1995 zawartość fosforu przyswajalnego w glebie (tab. 4).

Tab. 4. Niektóre właściwości chemiczne gleby piaszczystej
Certain chemical properties of sandy soil

Objekt	C ogółem (mg/100g)			N ogółem (mg/100g)			Fosfor (mg/100g)		
	Lata								
	1995	1996	śred- nia dla dawki	1995	1996		1995	1996	śred- nia dla dawki
Gleba	1296	1176	1236	140	126	133	5,89	5,16	5,52
Gleba + obornik	1464	1320	1392	150	140	145	6,84	7,74	7,29
G + K 1%	1824	1680	1752	180	126	153	10,36	6,45	8,40
G + K 2,5%	1848	1320	1584	170	126	148	10,36	4,03	7,19
G + K 5%	2376	2220	2298	250	196	223	10,96	7,74	9,35
G + K 10%	3120	2280	2700	385	308	346	18,66	17,41	18,03
G + K 20%	3444	3480	3462	520	602	561	43,53	42,57	43,05
Średnia dla osadu	2061			244			14,12		
G + W 1%	2280	1680	1980	170	140	155	13,67	5,16	9,41
G + W 2,5%	2460	1850	2155	170	170	170	21,93	5,69	13,81
G + W 5%	2840	2460	2650	250	238	244	18,66	5,30	11,98
G + W 10%	4260	3960	4110	420	350	385	14,48	4,83	9,85
G + W 20%	4560	4320	4440	460	420	440	34,40	7,52	20,96
Średnia dla osadu	2566			239			11,26		
NIR dla osadów, dawek	146** 465**			r. n. 83*			4,37* 13,96**		

**p = 0,01 *p = 0,05

Objaśnienia jak w tab. 3.

Nasilenie aktywności badanych enzymów glebowych korespondowało na ogół z wielkością zastosowanych dawek odpadów organicznych. Stwierdzono wysoce istotne wartości współczynników korelacji między wysokością dawki testowanych nawozów niekonwencjonalnych a aktywnością dehydrogenaz i proteazy (tab. 5). W zakresie prowadzonego doświadczenia związek między wysokością dawki środków użyźniających a aktywnością fosfataz przyjął charakter zależności liniowej dopiero w drugim roku badań. Według Myśkowa (1981) badania nad biochemicznymi wskaźnikami żyzności gleby należałoby prowadzić w doświadczeniach wieloletnich, co pozwoliłoby na rejestrowanie wyraźnych zmian właściwości tego samego typu gleby, ukształtowanych pod wpływem długotrwałego stosowania tych samych zabiegów agrotechnicznych.

Tab. 5. Współczynniki korelacji między aktywnością enzymatyczną gleby piaszczystej a wielkością dawki osadu

Correlation coefficients between enzymatic activity of sandy soil and the dose of sludge

	Dehydrogenazy	Fosfatazy	Proteaza
Dawka	0,85*	-	0,92**

*p = 0,05, **p = 0,01 – brak korelacji..

Zróznicowane warunki pogodowe (tab. 2) wpłynęły na różnice w aktywności enzymów glebowych pomiędzy poszczególnymi latami badań. Różnice te dotyczyły nasilenia procesów enzymatycznych, a nie kierunku zmian. Intensywność tych procesów uwarunkowana jest bowiem nie tylko ilością materiału energetycznego, ale również odpowiednią wilgotnością, temperaturą i dostępem tlenu (Cieśla i Koper, 1990). Według Chazijewa (1982) w glebach klimatu umiarkowanego czynnikiem limitującym aktywność biochemiczną jest temperatura.

WNIOSKI

1. Wprowadzenie do gleby osadu ściekowego z Końskich i wermikompostu spowodowało wyraźną stymulację aktywności dehydrogenaz i proteazy oraz hamowanie aktywności fosfataz w r. 1995.

2. W r. 1996 testowane środki użyźniające wpłynęły na wzrost aktywności wszystkich badanych wskaźników enzymatycznych: dehydrogenaz, fosfataz i proteazy.

3. Stwierdzono wysoce istotną korelację pomiędzy wysokością dawki odpadów a aktywnością dehydrogenaz i proteazy.

4. Dwuletnie badania wskazują na to, że stosowanie agromelioracji przy wykorzystaniu testowanych organicznych substancji odpadowych miało korzystny wpływ na poprawę parametrów enzymatycznych badanej gleby lekkiej, a trwałość tego efektu będzie można ocenić w kolejnych latach badań.

PIŚMIENNICTWO

1. B a r a n S. Translokacja metali ciężkich w agrocenozie w warunkach stosowania odpadów organicznych surowych i przekompostowanych do rekultywacji i użyźniania gleb lekkich. Sprawozdanie z badań. AR Lublin, 1996.
2. B a r a n S., T u r s k i R.: Wybrane zagadnienia z utylizacji i unieszkodliwiania odpadów. Wyd. AR, Lublin, 1995.
3. C h a z i j e w F. Ch.: Sistemno-ekologiczeskij analiz fermentatiwnoj aktiwnosti poczw. (ed.) Nauka, 130-138, Moskwa 1982.

4. Cieśła W., Koper J. Wpływ wielokrotnego nawożenia mineralno-organicznego na kształtowanie się poziomu fosforu organicznego i przyswajalnego oraz aktywności enzymatycznej gleby. *Rocz. Glebozn.*, 41, 73-83, 1990.
5. Dick R. P.: A Review: Long-Term Effect of Agricultural Systems on Soil Biochemical and Microbial Parameters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40, 1-4, 25-36, 1992.
6. Domżał H., Gostkowska K., Furczak J., Bielińska J.: Physical, Chemical and Biological Degradation of Agriculturally Utilized Soil. *Proc. of 13th Conference, Aalborg-Denmark*: 31-36, 1994.
7. Gostkowska K., Domżał H., Furczak J., Bielińska J.: Effect of Differentiated Long-Term Agricultural Utilization of Brown Soil on Its Microbiological and Biochemical Properties. *Pol. J. of Soil Sci.*, 26, 67-75, 1993.
8. Kobus J.: Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 421a, 209-219, 1995.
9. Ladd J. N., Butler J. H. A.: Short-Term Assays of Soil Proteolytic Enzyme Activities Using Proteins and Dipeptide Derivatives as Substrates. *Soil Biol. Biochem.*, 4: 19-30, 1972.
9. Mysków W.: Próby wykorzystania wskaźników aktywności mikrobiologicznej do oceny żyzności gleby. *Post. Mikrob.*, XX, 3/4, 173-192, 1981.
10. Mysków W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D.: Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. *Rocz. Glebozn.* XLVII, 1/2, 89-99, 1996.
11. Tabatabai M. A., Bremner J. M.: Use of p-nitrophenyl Phosphate for Assay of Soil Phosphatase Activity. *Soil Biol. Biochem.*, 1, 301-307, 1969.
12. Thalmann A.: Zur Methodik Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Bodenmittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21, 249-258, 1968.
13. Turski R., Baran S.: Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. *Wyd. AR, Lublin* 1995.

SUMMARY

Changes in enzymatic activity in arable layer of podzolic soil developed from sand as influenced by the application of sewage sludge and vermicompost derives from this sludge were studied in the field experiment. Sewage sludge and vermicompost were applied in five doses (1%, 2.5%, 5%, 10% and 20% d.w.). Non-treated soil and soil treated with manure (30 Mg/ha) were used as references.

The addition of sewage sludge and vermicompost from this sludge into the accumulation horizon of sandy soil stimulated the activity of dehydrogenases and protease, as well as inhibition of the activity of phosphatases in the year 1995. The increase of the activity of dehydrogenases, protease and phosphatases was noted in the year 1996. Under the influence of the applied sludge and vermicompost obtained from this sludge, an increase in enzymatic activity of soil was observed. The increase depended on the dose of sludge and on the time which passed since the sediment application, and finally on the depth in the soil profile.