

BRONISŁAW GIEDROJC, JÓZEF FATYGA

WPŁYW NAWOŻENIA POPIOŁEM Z ELEKTROCIEPŁOWNI  
CZECHNICA NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY PIASZCZYSTEJ  
I PLONOWANIE ROŚLIN

Katedra Gleboznawstwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu

## WSTĘP

Gleby piaszczyste wytworzone z piasku słabo gliniastego całkowite i zalegające na innych utworach glebowych stanowią około 28% arealu użytków rolnych [3]. Są to gleby o małej żyzności i wartości produkcyjnej, zaliczane do kompleksów żytnych słabych lub najsłabszych. Uprawa i dobór roślin w zmianowaniu zależy od właściwości przyrodniczych tych gleb. Gleby te odznaczają się brakiem struktury, małą zasobnością w składniki niezbędne dla życia roślin, a głównie słabą połową pojemnością wodną.

Prowadzone doświadczenia z glinowaniem lub przyorywaniem obronika czy torfu dawały krótkotrwałe efekty. W ostatnich latach podjęto próby wykorzystania popiołów ze spalania w elektrowniach węgla brunatnego i kamiennego. Przydatność tych popiołów do poprawy fizycznych i chemicznych właściwości lekkich gleb piaszczystych potwierdziły liczne badania [1—6].

Popioły ze spalania węgla w elektrowniach z reguły mają luźną konsystencję, zbliżoną do utworów pyłowych, i łatwo dają się wprowadzać w dużych dawkach do ornej warstwy gleby [3]. Głównym mankamentem niektórych popiołów może być wysoka zawartość metali ciężkich [7]. Stąd wynika konieczność przestrzegania właściwych norm przy użyciu popiołów w zabiegach agromelioracyjnych gleb ornych piaszczystych.

Badania przeprowadzone w latach 1972—1973 w Izbicku (woj. opolskie) wykazały korzystny wpływ popiołu z elektrowni Blachownia na poprawę fizycznych i chemicznych właściwości gleb piaszczystych [4]. Szczegółowe doświadczenia z użyciem wysokich dawek popiołu ze składowiska w Blachowni wykonane w latach 1974—1977 w Pawłowicach koło Wrocławia wskazują, że plony z poletek nawożonych były wyższe dzięki poprawie gospodarki wodnej i właściwości gleby piaszczystej [3].

Jesienią 1980 roku założono dalsze doświadczenia z wykorzystaniem popiołu ze składowiska przy elektrociepłowni Czechnica. Celem tych badań było ustalenie przydatności popiołu do nawożenia gleby lekkiej wytworzonej z piasku słabo gliniastego i poprawę produktywności tej gleby.

#### METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Na polu gleb piaszczystych kompleksu żytniego słabo przyorano 150 t/ha suchej masy popiołu. Poletka doświadczalne o powierzchni 25 m<sup>2</sup> w czterech powtórzeniach były obsiewane jesienią żytem odmiany Dańkowskie Złote, a po uprawkach wiosennych w zmianowaniu uprawiano: ziemniaki późne odmiany Odra, owies odmiany Leanda i peluszkę. Pod uprawiane rośliny na poletkach z przyoraniem popiołem i bez stosowania popiołu, dawano na hektar: 39,2 kg P i 99,6 kg K oraz 70 kg N, z wyjątkiem zmniejszonej dawki do 25 kg azotu pod uprawę peluszkę. Poletka z uprawą ziemniaka corocznie nawożono obornikiem w ilości 30 t/ha. Każdego roku na początku i pod koniec wegetacji roślin pobierano próbki gleby do analiz laboratoryjnych i oznaczano:

- skład granulometryczny według Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- gęstość właściwą i objętościową oraz porowatość całkowitą i zróżnicowaną ogólnie stosowanymi w gleboznawstwie metodami,
- siłę ssącą gleby w zakresie pF 0—3 zmodyfikowanym kapilarymetrem Sekery,
- pH w wodzie i 1 N KCl potencjometrycznie,
- kwasowość hydrolityczną metodą Kappena,
- kationy wymienne w 1 N NH<sub>4</sub>Cl według Pallmanna,
- fosfor i potas przyswajalny według Egnera-Riehma,
- magnez przyswajalny według Schachtschabela,
- azot ogółem metodą Kjeldhala oraz zawartość węgla organicznego według Tiurina.

Ponadto ustalono bilans zużycia polowego wody na podstawie badań dynamiki wilgotności gleby pod uprawianymi roślinami.

#### WŁAŚCIWOŚCI POPIOŁU I WARUNKI GLEBOWE

Popiół użyty do doświadczeń zawierał 48% frakcji pyłowych (0,1—0,02 mm), 28% części ilastych (< 0,02 mm) oraz 24% piasku. Zdolność utrzymywania wody przy pF 2,54 przekraczała 40%. W 100 gramach popiołu znajdowały się znaczne ilości rozpuszczalnych składników, w tym około 9 mg P, 19 mg K i 18 mg Mg. Ponadto stwierdzono około 20 ppm miedzi, 10 ppm boru, 10 ppm cynku, 0,5 ppm molibdenu i średnio 75—90 ppm ołowiu. Powyższe wyniki analiz popiołu są zbliżone do danych innych autorów z badań składowiska w Czechnicy [1].

Na poletkach doświadczalnych gleba piaszczysta typu brunatnego jest wytworzona z piasku słabo gliniastego na piasku luźnym pochodzenia fluwioglacjalnego. Jej wodna retencja jest niska. W poziomie próchnicznym połowa pojemność wodna nie przekracza 8% wody. Poniżej tego poziomu wynosi zaledwie 5—6%. Zdolność retencyjna wody opadowej w całym profilu sięga około 70 mm opadu. Również właściwości chemiczne tej gleby i jej zasobność w niezbędne składniki są niekorzystne dla uprawy roślin (tab. 1). Pod względem bonitacyjnym są to gleby orne 5 klasy kompleksu żytniego słabego.

#### CHEMICZNE I FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY PIASZCZYSTEJ

W wyniku nawożenia popiołem nastąpiły znaczne zmiany właściwości chemicznych gleby. Odczyn na poletkach kontrolnych w warstwie ornej i powyżej w 1 N KCl nie przekraczał pH 4,0. Natomiast w glebie z przyorany popiołem odczyn przez cały czas doświadczenia był zbliżony do obojętnego w całym profilu glebowym (tab. 1). Podobne zmiany dotyczyły kwasowości hydrolitycznej. W ornej warstwie gleby, a także w niższej zalegających poziomach profilu glebowego obniżyła się ona o połowę (z 3,0 do 1,27 me/100 g).

Jednym z ważnych czynników warunkujących zasobność gleb jest kompleks sorpcyjny. O ile zmiany w kompleksie sorpcyjnym są trudno wykrywalne pod wpływem wysokich dawek nawozów mineralnych, to w wyniku nawożenia popiołem zwiększyła się ilość zasorbowanych kationów zasadowych. Zasobność gleby w przyswajalne związki fosforu i potasu w zasadzie nie uległa zmianie. Natomiast zwiększyła się w warstwie ornej ilość magnezu do około 1,5—2,0 mg/100 g gleby w całym poziomie próchnicznym gleby. Zaznaczyły się ilościowe zmiany w zasobności gleby piaszczystej w azot i węgiel organiczny.

Przyorany na początku doświadczenia popiół w ilości 150 t/ha spowodował zmiany w fizycznych właściwościach nawożonej gleby (tab. 2). Przede wszystkim obniżyła się gęstość właściwa i objętościowa w warstwie ornej i wyraźnie się zwiększyła porowatość całkowita. Należy podkreślić, że układ porów < 3  $\mu\text{m}$  średnicy uległ podwojeniu, a porów o średnicy 10—3  $\mu\text{m}$  także zwiększył się kosztem porów dużych, nie utrzymujących wody opadowej. Dzięki takiemu zróżnicowaniu porowatości połowa pojemność wodna zwiększyła się w warstwie ornej z 8 do 15%. Stąd retencja wodna gleby nawożonej popiołem w stosunku do poletek bez popiołu wzrosła o 9—10% wody, przy sile ssącej pF 2,2 (200 hPa) w warstwie gleby wzbogaconej popiołem.

#### STRATY WODY Z GLEBY PIASZCZYSTEJ I PŁONOWANIE ROŚLIN

Z wieloletnich badań bilansu wodnego gleb ornych piaszczystych wynika, że straty wody w okresie wzrostu roślin każdego okresu wegetacyjnego są różne. Opady deszczu w okresie wegetacji i początkowa re-

Tabela 1

Właściwości chemiczne gleby piaszczystej pól doświadczalnych w Pawłowicach  
 Chemical properties of sandy soil of experimental fields at Pawłowice

Poletka doświadczalne Experimental plots	Głębokość Depth cm	pH		Hh me/100 g	Kationy wymienne Exchangeable cations me/100 g				Składniki przyswajalne Available elements mg/100 g			N ogółem total %	C ogółem total %
		H <sub>2</sub> O	KCl		Na	K	Ca	Mg	P	K	Mg		
Bez popiołu No ash	10-15	5,0	3,9	3,00	0,02	0,03	0,6	0,26	6,2	10,0	1,0	0,05	0,80
	15-30	5,3	4,3	2,41	0,02	0,16	0,8	0,33	9,6	10,4	1,3	0,04	0,72
	35-45	5,1	4,0	2,72	0,02	0,22	0,4	0,20	7,5	1,2	0,9	-	-
	45-60	5,7	4,4	1,42	0,02	0,11	0,4	0,21	7,0	0,3	2,2	-	-
	60-80	6,2	5,0	1,00	0,01	0,10	0,4	0,21	2,1	1,2	0,7	-	-
	80-100	7,0	6,0	0,82	0,02	0,18	0,8	0,20	2,5	1,2	0,7	-	-
Nawożone popiołem 150 t/ha Ash 150 t/ha	0-15	6,1	5,9	1,27	0,03	0,11	0,8	0,31	7,3	10,8	2,2	0,07	1,12
	15-30	7,1	6,6	0,82	0,03	0,17	1,0	0,39	9,5	11,2	2,0	0,06	1,04
	35-45	7,1	6,6	0,92	0,03	0,10	1,0	0,30	7,8	2,5	1,1	-	-
	45-60	7,0	6,3	0,67	0,02	0,02	0,8	0,16	5,8	1,6	1,3	-	-
	60-80	7,3	6,9	0,52	0,02	0,03	0,6	0,16	4,0	1,6	1,1	-	-
	80-100	7,1	6,4	0,60	0,02	0,22	0,6	1,04	2,3	2,5	1,6	-	-

T a b e l a 2

Właściwości fizyczne gleby plewosytej pól doświadczalnych w Pawłowicach  
Physical properties of sandy soil of experimental fields at Pawłowice

Poletka Plots	Głębokość cm Depth	Zawartość frakcji % Content fractions				Gęstość g/cm <sup>3</sup> Density		Porowa- tość całkowita % Total porosity	Procentowa zawartość porów o $\varnothing$ w $\mu$ m Per cent of pores, $\mu$ m in dia				Procentowa ilość H <sub>2</sub> O przy pF H <sub>2</sub> O amount in % at pF		
		1,0- 0,1	0,1- 0,02	< 0,02	< 0,002	wiśni- wa specific	obje- tościowa volu- metric		> 30	30-10	10-3	< 3	2,0	2,5	3,0
Bez popiołu No ash	0-15	89,0	5	4	2	2,62	1,64	37,4	27,7	2	1	6,7	9,7	7,7	6,7
	15-30	89,0	5	4	2	2,62	1,63	37,6	27,7	2	1	6,9	9,9	7,9	6,9
	35-45	89,0	6	2	3	2,62	1,64	37,5	28,3	2	1	6,2	9,2	7,2	6,2
	45-60	89,0	7	2	2	2,63	1,71	35,1	25,5	3	0,5	6,1	9,6	6,6	6,1
	60-80	96,0	3	1	2	2,64	1,66	37,3	30,2	2	0,5	4,6	7,1	5,1	4,6
	80-100	89,0	7	2	2	2,63	1,75	33,5	27,3	1	0,8	4,2	6,0	5,0	4,2
Po nawożeniu 150 t/ha popiołem Ash 150 t/ha	0-15	79,0	10	7	4	2,57	1,51	41,2	19,0	5	1,5	15,7	22,2	17,2	15,7
	15-30	81,0	8	7	4	2,59	1,55	40,1	21,3	3	1,5	14,3	18,8	15,8	14,3
	35-45	85,0	9	4	2	2,62	1,59	39,2	25,2	3	1	10,0	14,0	11,0	10,0
	45-60	84,0	9	5	2	2,63	1,61	38,6	20,1	2	0,5	6,0	8,5	6,5	6,0
	60-80	92,0	5	2	1	2,64	1,65	37,5	31,0	1	0,5	5,0	6,5	5,5	5,0
	80-100	89,0	8	2	1	2,65	1,77	33,2	25,7	1	0,5	5,0	6,5	5,5	5,0

T a b e l a 3

Właściwości chemiczne gleby piaskowej pod uprawą roślin w latach 1977-1980  
 Chemical properties of sandy soil under crops in 1977-1980

Właściwości chemiczne Chemical properties	Rośliny uprawiane w zmianowaniu - Crops in crop rotation																
	ziemniaki - potatoes				kukurydza - maize				peluszką - naples pea				żyto - rye				
Głębokość - Depth cm	0-20	20-30	40-60	60-100	0-20	20-30	40-60	60-100	0-20	20-30	40-60	60-100	0-20	20-30	40-60	60-100	
Odczyn: Reaction:	pH H <sub>2</sub> O	5,2	5,1	5,6	5,3	5,4	5,7	6,5	6,7	6,3	6,7	6,8	6,8	4,9	5,5	5,5	6,2
	pH KCl	4,6	4,7	5,2	5,0	5,1	5,4	5,9	6,0	6,4	6,4	6,4	6,4	4,2	4,6	5,0	5,3
Eh, me/100 g	2,12	1,96	2,24	1,42	1,44	1,26	1,62	1,26	0,90	1,35	1,17	0,69	3,0	1,95	1,20	0,83	
Sorpcyjność Sorption capacity me/100 g	Na <sup>+</sup>	0,03	0,04	0,02	0,02	0,10	0,11	0,07	0,04	0,08	0,08	0,06	0,05	0,08	0,06	0,04	0,02
	K <sup>+</sup>	0,38	0,40	0,10	0,22	0,27	0,38	0,15	0,10	0,43	0,44	0,29	0,26	0,26	0,32	0,26	0,22
	Ca <sup>2+</sup>	2,05	2,65	0,90	0,90	1,97	2,38	1,29	0,85	2,97	2,90	1,26	0,80	2,42	2,30	0,84	0,80
	Mg <sup>2+</sup>	0,23	0,91	-	-	0,46	0,39	0,26	0,26	0,26	0,06	0,02	0,02	0,12	0,20	0,05	0,02
Makroskładniki Macroelements mg/100 g	P	4,41	8,11	2,26	1,35	6,41	5,71	3,57	1,96	10,46	9,24	5,66	2,09	5,00	5,23	4,57	2,61
	K	12,45	12,45	3,65	7,93	12,03	15,77	8,30	3,65	13,70	14,94	13,28	5,81	8,30	11,62	8,30	4,15
	Mg	1,5	-	-	-	2,7	2,7	1,5	-	-	0,4	0,6	1,4	1,0	2,0	0,5	-
	N	50	40	-	-	65	34	-	-	65	38	-	-	6	72	-	-
	C	750	540	-	-	680	670	-	-	680	530	-	-	620	680	-	-
Mikroskładniki Microelements ppm	B	0,16	0,12	0,12	-	0,14	0,12	0,10	-	0,18	0,20	0,10	-	0,10	0,20	0,1	-
	Cu	1,8	0,8	0,6	-	1,6	1,2	0,5	-	1,6	2,0	0,4	-	2,2	1,5	0,4	-
	Mo	0,08	0,06	0,04	-	0,06	0,07	0,04	-	0,06	0,06	0,03	-	0,05	0,04	0,02	0,01
	Zn	12,0	3,0	-	-	9,0	4,0	-	-	6,1	2,0	-	-	4,6	5,4	-	-

tencja zasobów wody w glebie stanowią główne źródło, z którego korzystają uprawiane rośliny. Woda stanowi jeden z głównych czynników warunkujących wysokość plonów roślin uprawianych na glebach piaszczystych.

Uzyskane wyniki badań zużycia połowego wody przez rośliny na poletkach doświadczalnych wskazują, że wykorzystanie wody glebowej było różne w latach 1981 i 1982. Różnice te były spowodowane ilością opadów w okresie wegetacji (tab. 3). W roku 1981 opady w okresie wegetacji roślin w zmianowaniu całkowicie pokrywały straty wody glebowej. Na poletkach pod uprawą ziemniaka straty wody w warstwie gleby do 60 cm wynosiły 240—250 mm, owsa 250—270 mm, peluszeki 230—250 mm i żyta 270—300 mm. Natomiast w roku 1982 opady w okresie wegetacyjnym nie przekraczały 190 mm, a straty wody glebowej pod uprawą ziemniaka sięgały 220 mm, owsa 200 mm, peluszeki 175—190 mm i żyta 212—218 mm. Taki przebieg warunków meteorologicznych i niedobór wody w glebie wpłynął na plonowanie roślin. Na poletkach doświadczalnych plony ziemniaka przy niskiej wilgotności gleby w 1982 roku były średnio niższe o 0,21 t/ha, owsa — 0,7 t/ha, peluszeki — 0,4 t/ha. Jedynie plony żyta były wyższe o około 0,3 t/ha. Natomiast zwyżka plonów na poletkach nawożonych popiołem w tych latach sięgała 0,8—1,5 t/ha ziemniaka, 0,2—0,3 t/ha owsa, 0,2—0,3 t/ha peluszeki i 0,15—0,3 t/ha żyta. Większe zróżnicowanie plonów w wyniku nawożenia popiołem wystąpiło przy większych opadach i lepszej wilgotności gleby.

## WNIOSKI

1. Jednorazowe przyoranie 150 t/ha masy popielnej ze składowiska w Czechnicy przyczyniło się do poprawy chemicznych właściwości gleby piaszczystej, a głównie odczynu, zasobności w magnez, potas i fosfor. Zwiększyła się w kompleksie sorpcyjnym ilość kationów magnezu, wapnia, potasu i sodu, a zmalała zawartość jonów wodorowych zasorbowanych przez glebę.

2. Uległy poprawie właściwości fizyczne warstwy ornej i całego poziomu próchnicznego, głównie gęstość objętościowa, porowatość całkowita i zróżnicowanie porów glebowych. Wystąpiły korzystne zmiany ilościowe porów o średnicy poniżej 3 $\mu$ m. Dzięki temu połowa pojemność wodna w tej warstwie z 8% zwiększyła się do 15—17%, a retencja wodna w całym profilu osiągnęła wartość prawie 100—110 mm opadu.

3. W wyniku poprawy chemicznych i fizycznych właściwości plonowanie roślin na glebie nawożonej popiołem było większe dla ziemniaków o 0,8—1,5 t/ha, owsa — 0,2—0,22, peluszeki — 0,15—0,33 i żyta — 0,15—0,36 t/ha.

## LITERATURA

- [1] Andruszczak E., Strączyński S., Żurawski H., Pabin J., Kamińska W.: Właściwości fizyczne i chemiczne popiołów z hałdy elektrociepłowni Czechnice oraz skład chemiczny roślin zasiedlających hałdę. *Rocz. glebozn.* 32, 1981, 2, 25—33.
- [2] Beresiewicz A., Nowosielski O.: Wstępne badania nad wykorzystaniem popiołów z węgla brunatnego w celach nawożenia. *Rocz. glebozn.* 33, 1976, 2, 183—204.
- [3] Giedrojć B., Fatyga J., Hrynczewicz Z.: The effect fertilization with ashes from black coal burned in electric stations on the properties of sandy soil and crops. *Pol. J. of Soil Sci.* 13, 1980, 1, 163—171.
- [4] Giedrojć B., Hrynczewicz Z.: The influence of ashes from burning black coal on water relations in sandy soil. *Pol. J. of Soil Sci.* 14, 1981, 1, 73—80.
- [5] Maciak F.: Wpływ wysokich dawek popiołu z węgla brunatnego i kamiennego na niektóre fizykochemiczne i biochemiczne właściwości gleby piaskowej. *Rocz. glebozn.* 32, 1981, 1, 101—127.
- [6] Terelak M., Żurawska B.: Wpływ popiołów z węgla brunatnego i odpadów paleniskowych z węgla kamiennego oraz torfu na właściwości gleb lekkich i plonowanie roślin. *Rocz. glebozn.* 30, 1979, 3, 109—122.
- [7] Zagospodarowanie rolnicze zwałowisk towarzyszących spalaniu węgla kamiennego. AR Wrocław 1979 (maszynopis).

Б. ГЕДРОЙЦЬ, Ю. ФАТЫГА

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ЗОЛОЙ ИЗ ЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ ЧЕХНИЦА НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ**

Кафедра почвоведения Сельскохозяйственной академии во Вроцлаве

Резюме

В 1981—1982 гг. были проведены полевые опыты с использованием 150 т/га сухой золы для повышения плодородия песчаной почвы. В севообороте возделывали картофель, овес, пелюшку и озимую рожь. Все делянки удобряли одинаковыми дозами МРК, а под картофель вносили 30 т/га стойлового навоза. В результате внесения золы в пахотный слой улучшились все химические и физические свойства почвы. Особенно положительно золная масса влияла на водный режим почвы. Полевая влагоемкость в пахотном слое увеличилась по объему с 8% до 16—17%. На участках с золой урожай возделываемых культур, независимо от количества осадков, были всегда выше. Прибавка урожая картофеля достигала 0,8—1,5 т/га, овса 0,2—0,22 т/га, пелюшки 0,15—0,35 т/га и ржи 0,15—0,36 т/га.



B. GIEDROJC, J. FATYGA

EFFECT OF THE FERTILIZATION WITH ASH FROM THE THERMAL ELECTRIC  
POWER PLANT CZECHNICA ONE SOME PROPERTIES OF SANDY SOIL  
AND ON YIELDS OF CROPS

## Summary

In 1981—1982 field experiments on the effect of application of 150 t of dry ash per hectare on an increase of the fertility of sandy soil were carried out. Potatoes, oats, maple pea and winter rye were cultivated within the crop rotation. All plots were fertilized with equal NPK rates, whereas for potatoes 30 t of farmyard manure per hectare were applied. The introduction of ash into the arable layer led to an improvement of chemical and physical properties of soil. A particularly favourable effect exerted dry ash on water properties of soil. Field water capacity increased in the arable layer from 8 up to 16—17 vol.%. On plots with applied ash the yield of crops was always higher, irrespective of the precipitation amount. The yield increment of potatoes reached 0.8—1.5 t, of oats — 0.2—0.22 t, of maple pea — 0.15—0.33 t and of rye — 0.15—0.36 t from hectare.

*Prof. dr hab. Bronisław Giedrojc*  
*Katedra Gleboznawstwa AR*  
*Wrocław, ul. Grunwaldzka 53*

*Wpłynęło do redakcji*  
*w listopadzie 1983*

