

ELŻBIETA ANDRUSZCZAK, BOGUSŁAW HUCZYŃSKI

## PRÓBA ROLNICZEGO ZAGOSPODAROWANIA GLEB ZDEGRADOWANYCH PRZEZ PRZEMYSŁ MIEDZIOWY \*

Institut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Oddział Śląski we Wrocławiu  
Okręgowy Ośrodek Rzeczoznawstwa i Doradztwa Rolniczego SITR we Wrocławiu

### WSTĘP

Huty miedzi podczas procesu technologicznego emitują do atmosfery: dwutlenek siarki, pary kwasu siarkowego, węglowodory, dwusiarczki węgla, siarkowodór i tlenki azotu. Ponadto w wydalanych pyłach zawarte są: arsen, miedź, ołów, nikiel, kadm, cynk, rtęć, fluor i siarka. Wieloletnie oddziaływanie Huty Miedzi „Legnica” na tereny rolnicze położone w najbliższym jej sąsiedztwie doprowadziło do ich degradacji. Szczególnie związki siarki spowodowały silne zakwaszenie gleb ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  około 4,3), co było przyczyną zaniku wszelkiej roślinności. Nastąpiło nadmierne nagromadzenie w warstwie wierzchniej gleby (0 - 40 cm) miedzi i ołowiu, co również zakłócało przebieg wegetacji roślin.

Wymienione czynniki doprowadziły do powstania około 300 ha odłogów na terenie użytków rolnych; było to przyczyną wystąpienia silnej erozji powietrznej i wodnej. Na powierzchni pól powstała sieć wyłobionych przez wodę i wiatr rozpadlin o różnej głębokości. Systemy korzeniowe dziko i rzadko rosnących roślin, szczególnie śmiałka darniowego, skrzypu polnego i podbiału były bardzo zniekształcone, tworząc najczęściej wiązki krótkich korzeni, płózających się tuż pod powierzchnią gleby na głębokości do około 8 cm. Na liściach tych roślin występowała również chloroza.

Celem kilkuletnich prac (1983 - 1987) polowych było zahamowanie erozji gleb i przywrócenie im właściwości produkcyjnych. Równocześnie pracowano nad doбором gatunków roślin, które w tych warunkach będą plonować na poziomie przynajmniej średnim z możliwością jakiegoś zużytkowania ich plonów.

---

\* Praca została wykonana na zlecenie Okręgowego Ośrodka Rzeczoznawstwa i Doradztwa Rolniczego SITR we Wrocławiu.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I METODYKA

Wspomniany teren (około 300 ha) był silnie zdegradowany przez zakwaszenie, nadmierną akumulację miedzi i ołowiu oraz poprzez erozję wodną i wietrzną. Znajduje się on w obrębie gruntów wsi Białka i Pawłowice Małe, położony jest na północ i północny zachód od Huty, w odległości około 800 m. Rzeźba terenu jest falista, co sprzyjało erozji. Pod względem składu granulometrycznego są to utwory lessowate, pod którymi na różnych głębokościach zalega piasek lub żwir [4]. Na niewielkich jednak powierzchniach występują gliny lekkie pylaste płytkie na żwirze. Na utworach tych wykształciły się gleby brunatne lub płowe o składzie granulometrycznym pyłów ilastych, rzadziej zwykłych całkowitych i średnio głębokich. Na niewielkich obszarach znajdują się również gleby o składzie mechanicznym glin lekkich pylastych, płytkich na żwirze. Pod względem wartości bonitacyjnej w obiektach tych przeważają gleby klas IIIa, IIIb i IVa.

Obiektem naszych doświadczeń jest 10 ha gruntów ornych we wsi Białka, które składają się z pięciu pól \*.

W glebach obiektu określono odczyn, skład granulometryczny i zawartość: próchnicy, przyswajalnych form fosforu, potasu, magnezu oraz boru, molibdenu, magnezu, miedzi i cynku oraz całkowitą zawartość arsenu, fluoru, kadmu, miedzi, manganu, niklu, ołowiu, cynku, rtęci i siarki. Określono też zawartość tych samych pierwiastków w plonach roślin.

Oznaczenia wykonano: pH w 1M KCl metodą potencjometryczną, skład granulometryczny areometrycznie, zawartość próchnicy według Tiurina, zawartość w glebach przyswajalnego fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma a magnezu według Schachtschabela, zawartość przyswajalnych form metodami: boru — dwuantrymidową, molibdenu — rodankową, manganu — nadsiarczanową, cynku — ditizonową, miedzi — spektrofotometryczną.

Całkowitą zawartość w glebie pierwiastków określono [10]: arsenu — metodą spektrofotometryczno-molibdenową, przeprowadzenie arsenu z gleby do roztworu poprzez stapianie gleby z wodorotlenkiem sodowym, fluoru — formę rozpuszczalną w 0,01 M CaCl<sub>2</sub>, potencjometrycznie z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej, miedzi, cynku, manganu, niklu, ołowiu, kadmu — metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Roztworzenia gleby dokonano kwasami fluorowodorowymi i nadchlorowym, siarkę oznaczono metodą nefelometryczną (Bardsleya-Lancastera).

W próbkach materiału roślinnego z pól doświadczalnych i częściowo z pól sąsiadujących rolników oznaczono całkowitą zawartość [9]: arsenu —

\* Konsultantami przeprowadzonych prac byli prof. dr hab. Roman Czuba (IUNG Oddział Śląski we Wrocławiu) i prof. dr hab. Zygmunt Hryncewicz (Akademia Rolnicza we Wrocławiu).

metodą spektrofotometryczno-molibdenową, fluoru — potencjometrycznie z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej, miedzi, cynku, manganu, niklu, ołowiu i kadmu — metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Mineralizację materiału roślinnego przeprowadzono na sucho z dodatkowym utlenianiem.

Zawartość rtęci zarówno w glebie, jak i w materiale roślinnym oznaczono techniką atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej [10].

#### PRACE TERENOWE

Zdegradowane gleby wykazywały odczyn bardzo kwaśny ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,5). W celu ich odkwaszenia wiosną 1984 r. przeprowadzono wapnowanie wapnem tlenkowym 80% w dawce 6,2 t CaO na ha, a jesienią wapnem defekcyjnym około 10 t CaO na ha. W następnym roku zastosowano wapno tlenkowe w dawce 2,4 t CaO na ha. Wapnowanie miało na celu nie tylko poprawę odczynu gleby, ale również związanie nadmiernej zawartości miedzi i ołowiu. W 1987 r. gleby wykazały odczyn lekko kwaśny, a nawet obojętny.

W latach 1984 - 1987, pierwszą rośliną, jaka została wysiana na wapnowane pola, był nostrzyk biały. Wzrost i rozwój nostrzyku był słaby, nie rozwinęły się na korzeniach brodawki *Rhizobium*. Rośliny w fazie kwitnienia osiągnęły wysokość około 70 cm, po czym cała plantacja została zaorana, aby związać miedź i ołów zawarte w glebie przez materię organiczną [2]. Zaorywana również była słoma zbóż po uprzednim rozdrobnieniu. W następnej kolejności na polach doświadczalnych uprawiano żyto ozime, pszenicę ozimą, jęczmień jary z wsiewką koniczyny i bobik. Uzyskano z 1 ha: 1,50 t ziarna żyta, 1,90 t ziarna pszenicy ozimej oraz 1,83 t ziarna jęczmienia jarego. Bardzo słaby był rozwój bobiku. W fazie kwitnienia rośliny miały około 25 cm wysokości, plantacja była rzadka, korzenie nie miały brodawek, w związku z czym cierpiały na niedobór azotu. W fazie zawiązywania strąków rośliny zaorano.

W dalszych latach pola obsiano rzepakiem, jęczmieniem ozimym, konopiami (odm. Białobrzeskie), pszenżytem (odm. Grado), pszenicą ozimą (odm. Grana), perkiem\*, gorczycą i bobikiem. Dobrze rozwijały się pszenica ozima i pszenżyto, uzyskano 2,64 t ziarna pszenicy ozimej i 3,95 t ziarna pszenżyta z ha. Natomiast wzrost rzadko rosnącego rzepaku był słaby. Wiosną rośliny cierpiały na chlorozę, której przyczyną były niewątpliwie emisje przemysłowe. Zebrano zaledwie 0,7 t nasion rzepaku z ha. Plantacja jęczmienia ozimego była mocno zachwaszczona, szczególnie rumianem, ponieważ nie działał stosowany herbicyd Chwastox D.

\* Perko jest krzyżówką kapusty pekińskiej (*Brassica chinensis*, syn. *B. pekinensis*) z rzepakiem ozimym (*Brassica rapa* var. *oleifera*, f. *biennis*).

Uzyskano tylko 1,13 t ziarna z ha. Plantacje bobiku, gorczyicy i perka były bardzo słabe, rośliny cierpiały na chlorozę żelazową i kiedy osiągnęły wysokość około 30 cm zostały zaorane na nawóz zielony. Na uwagę zasługuje bardzo dobry rozwój i wzrost konopi, przez cały okres wegetacji nie zauważono oznak chlorozy. W fazie dojrzałości przemysłowej rośliny miały od 2,5 do 3,0 m wysokości. Zebrano 3,04 t zielonej masy z ha, którą skierowano do roszarni.

Pod wszystkie uprawiane rośliny stosowano nawozy NPK w dawkach większych o około 20% od zalecanych dla tych roślin uprawianych w warunkach nie narażonych na działalność emisji przemysłowych.

Rolnicy indywidualni z Białki oprócz zbóż na swoich polach uprawiali buraki cukrowe i ziemniaki. Uzyskiwany przez nich plon buraków wahał się od 0 do 10,0 t korzeni z ha. Przyczyną tak niskiego plonu była chloroza żelazowa, na którą cierpiały te rośliny (żółknięcie i niedorozwój liści na skutek blokady żelaza przez nadmierną zawartość miedzi). Użytkiwany plon ziemniaków wynosił około 10,0 t bulw z ha.

#### NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEB

Pod względem składu granulometrycznego gleby z badanego terenu zaliczono do glin średnich pylastych i pyłów ilastych.

Zawartość próchnicy w tych glebach wynosiła około 1%, po czteroletnim użytkowaniu wzrosła do 1,6%. Po czterech latach gleby wykazały

Tabela 1

Zawartość w glebach pól doświadczalnych makro- i mikroelementów. Wartości skrajne. Próbkę pobrano w marcu 1983

Content of macro- and microelements in soil of experimental fields. Extreme values. Sampling performed in March 1983

Pierwiastek Element	Zawartości przyswajalne Available forms	Pierwiastek Element	Zawartości całkowite Total forms
			mg/kg
	mg/100 g gleby — mg/100 g of soil		
P	1,9–2,6	As	12,4–15,0
K	8,3–22,8	F	1,6–33,3
Mg	3,0–8,2	Cd	0,40–0,65
	mg/kg	Cu	249–475
B	0,32–0,76	Mn	290–540
Cu	220–390	Ni	2,9–7,1
Mo	0,43–0,72	Pb	173–235
Mn	83–169	Zn	60–85
Zn	21–36	S%	0,016–0,035

Zawartość badanych pierwiastków w roślinach uprawianych na polach doświadczalnych i rolników w Białce  
 Content of elements under study in plants cultivated on experimental and farmers' fields at Biała village

Roślina Crop	Badana część Plant part	Zawartość mg/kg s.m. — Content in mg/kg of d.m.							Data pobrania próbek Date of sampling
		Cu	Pb	As	Ni	Zn	F	Cd	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jęczmień ozimy Winter barley	ziarno — grain słoma — straw	9,0 16,0	1,56 0,98	0,24 1,16	0,12 0,16	29,5 19,7	6,6 10,2	0,04 0,07	VIII 1985
Jęczmień jary Spring barley	ziarno — grain słoma — straw	7,0 13,5	1,5 4,1	n.o. n.o.	0,20 0,32	29,5 20,0	n.o. n.o.	0,03 0,04	VIII 1987
Pszenica ozima Winter wheat	ziarno — grain słoma — straw	11,6 118,0	1,0 15,2	n.o. n.o.	n.o. n.o.	n.o. n.o.	n.o. n.o.	n.o. n.o.	VIII 1986
Pszenica ozima Winter wheat	ziarno — grain słoma — straw	7,5 18,0	0,66 3,20	0,24 1,16	0,35 0,22	47,2 36,0	6,6 7,6	0,13 0,27	VIII 1985
Żyto ozime Winter rye	kłoszenie ear formation	29,0	5,7	0,40	0,72	25,0	4,83	0,04	V 1985
	ziarno — grain	7,0	0,7	0,02	0,48	60,0	1,53	0,07	VIII 1985
	słoma — straw	24,0	3,6	0,54	0,37	64,0	3,66	0,12	
Pszenżyto	ziarno — grain	9,0	0,58	śląd	0,33	61,5	7,9	0,08	VIII 1986
Triticale	słoma — straw	20,0	4,0	0,72	0,38	56,5	6,9	0,19	
Pszenżyto	ziarno — grain	11,5	1,7	n.o.	0,25	61,0	n.o.	0,14	VIII 1987
Triticale	słoma — straw	25,5	9,5	n.o.	0,43	25,5	n.o.	0,23	
Żyto — Rye	nadziemna część rośliny	20,0	4,6	n.o.	0,79	33,0	n.o.	0,08	VI 1987
	kłoszenie tops at ear formation								
Rzepak — Rape	nasiona — seeds słoma — straw	7,5 26,0	0,68 4,60	0,16 1,24	1,10 0,45	50,0 27,2	8,10 6,20	0,04 0,28	VI 1986

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bobik Field bean	nadziemna część, zawiązy- wanie strąków tops at pod seting	52,0	13,20	1,16	1,40	66,5	46,90	0,07	VII 1985
Koniczyna czerwona Red clover	1-szy pokos 1st cut	26,5	7,12	1,44	1,34	54,0	57,70	0,10	VI 1985
	2-gi pokos 2nd cut	57,3	19,0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	VIII 1985
Lucerna Alfalfa	1-szy pokos 1st cut	24,3	4,30	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	VII 1987
Wyka ozima Winter vetch	kwitnienie, nadziemna część tops at flowering	72,5	30,5	n.o.	2,65	122,5	n.o.	0,12	VI 1987
Nostrzyk biały White melilot	kwitnienie, nadziemna część tops at flowering	70,6	8,8	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	VI 1984
Perko Fodder cabbage	nadziemna część tops	57,0	2,90	0,80	0,30	28,7	26,4	0,13	VI 1986
Konopie Hemp	nadziemna część tops	43,5	6,04	0,88	0,63	28,2	62,5	0,09	X 1086
Ziemniaki Potatoes	łąty — tops bulwy potatoes	310,0	48,0	1,94	0,11	43,0	18,81	0,24	X 1983
		14,0	1,5	n.o.	0,59	30,0	1,76	0,01	
Burak pastewny Fodder beets	liście — leaves korzenie roots	118,0	20,7	1,24	0,50	30,0	16,65	0,21	X 1983
		19,0	2,1	0,72	1,58	49,0	2,80	0,18	

no.o. — nie oznaczono — not determined

odczyn lekko kwaśny, a nawet obojętny,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  wahało się od 6,2 do 6,8.

Zawartość przyswajalnego fosforu wahała się od 1,9 do 2,6 mg/100 g gleby, potasu 8,3 - 22,8, a magnezu 3,0 - 8,2 mg/100 g gleby (tab. 1). Oceniając te wartości według skali trzystopniowej, gleby te wykazały niską i średnią zawartość fosforu i magnezu, a potasu niską, średnią i wysoką. Wyceniając według tej samej skali zawartość przyswajalnych form mikroelementów (bor, molibden, mangan i cynk), należy stwierdzić, że była ona wysoka. Na uwagę zasługuje zawartość przyswajalnej miedzi, która była trzydziestokrotnie wyższa od normalnie spotykanej zawartości (tab. 1).

Całkowita zawartość w glebach arsenu, fluoru, kadmu, manganu, niklu, cynku, rtęci i siarki była zbliżona do zawartości tych składników w glebach nie narażonych na działalność emisji przemysłowych [5, 8]. Na podkreślenie zasługuje całkowita zawartość miedzi i ołowiu. Miedzi jest dwudziestokrotnie, a ołowiu kilkakrotnie więcej od zawartości normalnie spotykanych [6].

W tabeli 2 przedstawiono skład chemiczny plonów roślin uprawianych na polach doświadczalnych i niektórych z pól rolników w Białce z lat 1983 - 1987. Plony roślin analizowano w fazie pełnej dojrzałości.

#### WYNIKI BADAŃ

Zastosowane wapnowanie gleb dawkami wapna wyższymi od normalnie stosowanych oraz wprowadzenie materii organicznej w postaci zielonego nawozu i słomy przywróciło zdegradowanym glebom właściwości produkcyjne. W okresie czterech lat (1984 - 1987) odczyn gleb z bardzo kwaśnego zmienił się na lekko kwaśny. Poprzez utrzymywanie gleby przez wapnowanie w odczynie obojętnym można przez kilka lat nie dopuścić do toksycznego działania miedzi i ołowiu na rośliny. Drugim czynnikiem wiążącym metale ciężkie w glebie jest materia organiczna. W przeprowadzonych doświadczeniach pięciopolowych w Białce, z trzech pól w ciągu roku uprawiane rośliny były zaorywane na zielony nawóz, zaorywano również poplony. Jak wynika z doświadczeń innych autorów [2, 5], odkwaszanie gleby oraz dodatek do niej torfu zmniejsza wyraźnie w glebie ilość rozpuszczalnej miedzi, rośliny w tych warunkach znacznie mniej pobrały tego składnika.

Oprócz wpływu emisji przemysłowych na glebę brano pod uwagę ich wpływ na wzrost i rozwój roślin oraz na jakość plonu, a zwłaszcza na zawartość w nim metali ciężkich. Największe zmiany w roślinach uprawianych w Białce wystąpiły w zawartości miedzi i ołowiu.

W ziarnie zbóż i rzepaku z terenów nie objętych emisją, zawartość miedzi wynosi około 4 mg Cu na kg s.m. [4], natomiast tutaj stwierdzono

2 - 3-krotnie więcej tego pierwiastka (7,0 - 11,6 mg Cu na kg). Słoma zbóż i rzepaku z terenów nie skażonych zawierała około 3,0 mg Cu na kg [3], natomiast w słomie z Białki stwierdzono zawartość miedzi około czterdziestokrotnie wyższą. Według danych z literatury na ogół zawartość miedzi w roślinach z terenów nie narażonych na przemysł wynosi do 20 mg Cu na kg s.m. [5, 7]. W tych granicach mieści się zawartość miedzi w korzeniach buraka cukrowego (19,9 mg/kg) oraz w kłębach ziemniaka (2,1 mg/kg). Natomiast zawartość miedzi w częściach zielonych bobiku, koniczyny czerwonej, lucerny, wyki ozimej, perka, nostrzyku i w liściach buraka cukrowego jest kilkakrotnie wyższa od tej wartości. W związku z tym, te części roślin nie mogą być przeznaczane na paszę.

W zawartości ołowiu w roślinach z Białki zmiany w porównaniu z terenem nie skażonym były znacznie mniejsze. Jak wykazały nasze badania i inne [1], największe ilości tego metalu nagromadzają się w nadziemnych częściach wegetatywnych, a najmniejsze w organach spichrzowych — ziarno, bulwy ziemniaka, korzenie buraka cukrowego. Jak podaje literatura [7], normalna zawartość tego metalu w roślinie wynosi do 5 mg Pb na kg s.m. Znalezione najwyższe skrajne zawartości ołowiu w ziarnie zbóż i rzepaku, bulwach ziemniaka i korzeniach buraka cukrowego mieściły się w tej normie, natomiast słoma zbóż, nadziemne części bobiku, roślin motylkowych, perka, liście buraków, łęty ziemniaków przekraczały tę wartość i nie powinny być przeznaczane na skarmianie.

Stwierdzone w roślinach z Białki zawartości arsenu, niklu i kadmu nie odbiegają od zawartości powszechnie spotykanych, a zawartość cynku jest o 1,5 raza wyższa od spotykanej zawartości tego składnika [6, 7].

Według danych z literatury, dopuszczalna zawartość fluoru w roślinach wynosi 30 mg/kg [8]. W tej normie mieszczą się badane przez nas rośliny, z wyjątkiem bobiku i koniczyny czerwonej, które wykazują odpowiednio 46,9 i 57,7 mg F na kg s.m.

Przeprowadzone przez nas doświadczenia wykazują, że gleby zdegradowane przez przemysł miedziowy mogą uzyskać swoją produktywność w ciągu kilku lat poprzez stosowaną właściwą agrotechnikę. Organizacja produkcji roślinnej powinna być prowadzona przez uprawę kilku gatunków roślin najlepiej znoszących specyficzne warunki. Do takich roślin można zaliczyć: żyto, pszenicę, jęczmień, pszenżyto, konopie, jak również trawy na nasiona uprawiane przez rolników w Białce. Rośliny te wydały plony na średnim poziomie. Spośród roślin uprawianych przez nas, a wrażliwych na emisje z Huty były rzepak, bobik, koniczyna czerwona, lucerna, gorczyca i perko. Ze względu na nadmierną zawartość miedzi i ołowiu w plonach roślin, uzyskany materiał roślinny nie może trafić do łańcucha żywieniowego, a wykorzystany winien być na cele przemysłowe.



## WNIOSKI

1. Zdegradowane gleby przez przemysł miedziowy wykazywały odczyn bardzo kwaśny, nadmierną zawartość miedzi i ołowiu oraz niską zawartość próchnicy. Czynniki te były przyczyną zaniku wszelkiej roślinności na tych terenach.

2. Wapnowanie gleb wraz z wprowadzeniem materii organicznej w postaci zielonych nawozów i słomy stworzyło warunki dla plonowania niektórych gatunków roślin.

3. Roślinami plonującymi na średnim poziomie były: pszenica ozima, jęczmień ozimy i jary, pszenżyto, żyto, żyto na zielonkę, wyka ozima jako wsiewka i konopie. Do roślin wrażliwych na emisje Huty należą: rzepak, perko, gorczyca, lucerna, koniczyna czerwona.

4. Zebrane plony roślin wykazały nadmierną zawartość miedzi i ołowiu, szczególnie bogate w te metale były nadziemne części roślin, to jest słoma i liście.

5. Wysoka zawartość w plonach miedzi i ołowiu kwalifikuje je wyłącznie dla celów przemysłowych. Plonów tych nie należy przeznaczać do celów spożywczych i paszowych.

## LITERATURA

- [1] Baluk A. Oddziaływanie emisji Huty Miedzi Głogów na kultury rolne. Pr. Nauk. Inst. Ochr. Roś. 1985 t 27 z. 2.
- [2] Brej T., Fabiszewski J. Badania nad zastosowaniem torfu w odkażaniu siedliska zawierającego metale ciężkie. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo 1981, 38 134.
- [3] Czuba R., Andruszczak E. Zawartość mikroelementów w roślinach uprawnych w krajowej sieci gospodarstw kontrolnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1983, z. 242.
- [4] Huczyński B. Rolnicza przydatność gleb Polski. IUNG, Puławy 1972.
- [5] Kabata-Pendias A. Effect of lime and peat on heavy metal uptake by plants from soils contaminated by an emission of a copper smelter. Roczn. Glebozn. 30, 3.
- [6] Kabata-Pendias A., Piotrowska M. Zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych pierwiastkami śladowymi. CBR, Warszawa 1984.
- [7] Kucharski R., Marchwińska E. i inni. Ocena obszarów wykorzystywanych rolniczo w aspekcie zanieczyszczenia środowiska. Instytut Kształtowania Środowiska, Oddział w Katowicach, WOPR w Mikołowie, Mikołów 1986.
- [8] Lityński T., Jurkowska H. Żyżność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa 1982.
- [9] Metody analizy chemicznej roślinności łąkowej, gleby i wody. IMUZ, Falenty 1979.
- [10] Oznaczanie ogólnych zawartości makro- i mikroelementów w glebach mineralnych. IUNG-COMN, Wrocław 1978 (maszynopis).

Э. АНДРУЩАК, Б. ГУЧИНЬСКИ

ПОПЫТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ПОЧВ  
ДЕГРАДИРОВАННЫХ МЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

Институт агротехники, удобрения и почвоведения, Силезское Отделение во Вроцлаве,  
Областной центр экспертиз и сельскохозяйственных консультаций во Вроцлаве

## Резюме

В 1983—1987 гг. проводились исследования культурных почв деградированных под влиянием медной промышленности. Эти почвы показывали очень кислую реакцию ( $\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5$ ), низкое содержание гумуса и чрезмерное содержание меди и свинца. С целью рекультивации этих почв использовали оксидную известь и дефекационную грязь вносимую в дозах трехкратно высших в сравнении с обычными. Кроме того возделывали растения, часть которых запахивали в качестве зеленого удобрения с целью обогащения почвы органическим веществом и связания тяжелых металлов. Реакция почвы повысилась до легко кислой. Возделывали донник белый, озимую пшеницу, яровой ячмень с подсевом клевера красного, люцерну, конские бобы, тритикале, коноплю, кормовую капусту, горчицу и рапс. В 1986—1987 гг. были получены следующие урожай с гектара: зерна тритикале — 3,95 т, зерна озимой пшеницы — 2,54 т, зеленой массы конопли — 3,04 т, зерна ржи 1,50 т и семян рапса — 0,70 т. Слабым ростом характеризовались донник белый, кормовая капуста, горчица, клевер красный, конские бобы и люцерна. Установлено чрезмерно высокое содержание меди и свинца в соломе хлебных злаков, надземных частях конских бобов, клевера красного, люцерны, озимой вики, кормовой капусты, конопли, ботве сахарной свеклы и картофеля. Содержание меди и свинца в зерне хлебных злаков, семенах рапса, корнях сахарной свеклы и клубнях картофеля не превышало в 1 кг сухого вещества 20 мг Cu и 5 мг Pb, т.е. значений встречаемых в растениях возделываемых в других районах страны.

E. ANDRUSZCZAK, B. HUCZYNSKI

ATTEMPT OF AGRICULTURAL MANAGEMENT OF SOILS DEGRADED  
BY THE COPPER INDUSTRY

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants, Silesian Branch Division  
in Wrocław  
District Expertise and Agricultural Advisory Centre in Wrocław

## S u m m a r y

Arable soils degraded under the copper industry effect were investigated in 1983 - 1987. These soils are characterized by an acid reaction ( $\text{pH}_{\text{KCl}} 4.5$ ), low humus content and excessive copper and lead content. For recultivation of these soils oxide and defecative lime in thrice higher rates than usual ones were applied. Moreover plants, a part of which was ploughed down as green fertilizer, were cultivated to enrich the soil in organic matter and to bind heavy metals. The soil reaction increased to slightly acid. White melilot, winter wheat, spring barley with undersown red clover, alfalfa, field beans, Triticale, hemp, fodder cabbage, mustard and rape were cultivated. In 1986 - 1987 the following yields from hectare were obtained: Triticale grain — 3.95 t, winter wheat grain — 2.64 t, hemp green matter — 3.04 t, rye grain — 1.50 t, spring barley grain — 1.83 t, rapeseed — 0.70 t. By weaker growth white melilot, fodder cabbage, mustard, red clover, field beans

and alfalfa were characterized. An excessive copper and lead content in the cereal straw, aboveground parts of field beans, red clover, alfalfa, winter vetch, fodder cabbage, hemp, sugar beet leaves and potato haulms has been found. The copper and lead content in cereal grain, rapeseed, sugar beet roots and potato tubers did not exceed 20 mg Cu and 5 mg Pb, i.e. the values encountered in other country regions.

*Dr E. Andruszczak*  
*Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa*  
*Oddział Śląski we Wrocławiu*  
*50-244 Wrocław, PL. Engelsa 5*

*Praca wpłynęła do redakcji w grudniu 1988 r.*

