

ELIGIUSZ ROSZYK, STEFANIA ROSZYK

WPLYW HUTNICTWA MIEDZI NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEB
I SKŁAD CHEMICZNY ROŚLIN UPRAWNYCH

CZĘŚĆ I. PIERWSZY ROK EMISJI¹

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii
Akademii Rolniczej we Wrocławiu

W chwili obecnej w Polsce głównym źródłem skażenia atmosfery, a co się z tym wiąże, gleby i roślin, są zakłady przemysłowe, których udział w ogólnym zanieczyszczeniu środowiska szacowany jest na ok. 60% [5]. Emitowane przez przemysł do atmosfery pyły, gazy i mgły w zależności od ich składu chemicznego mogą powodować w otaczającym rejonie określone zmiany właściwości gleb [6, 7, 10, 11, 16, 24, 25, 27, 29], a w roślinach często nadmierne nagromadzenie niektórych metali, szkodliwych dla ludzi i zwierząt. W przypadku przemysłu hutniczego szczególnie niebezpieczne są: ołów, cynk i miedź [1, 17, 27, 28]. W pewnych warunkach mogą one być emitowane przez stalownie martenowskie [8], czego dowodem, między innymi, są wyniki badań Skawiny i Wachańskiego [25]. Główne źródło emisji tych metali do otaczającego środowiska stanowią jednak w naszych warunkach huty metali kolorowych: cynku [6, 7, 27] i miedzi [1, 10, 16, 19, 29].

Oprócz wymienionych metali istotnym czynnikiem zagrożenia środowiska są związki siarki, powstające w procesach spalania węgla kamiennego i brunatnego przez różne gałęzie przemysłu na terenie całego kraju. I w tym przypadku hutnictwo ma swój duży udział, uzależniony nie tylko od zawartości siarki w materiałach energetycznych, ale i od przerabianych surowców.

Jak wykazały przeprowadzone dotychczas badania, zawartość miedzi całkowitej w nie zapyłonych glebach polskich [3] waha się od poniżej

¹ Badania były finansowane w ramach współpracy z Politechniką Wrocławską i Akademią Medyczną we Wrocławiu przez ZB i PM Cuprum.

10 do ok. 50 ppm, rzadko osiągając wartości wyższe. Ilości przechodzące do rozcieńczonego roztworu kwasu azotowego, tak zwane przyswajalne dla roślin, oscylują w różnych glebach od poniżej 1 do 17 ppm Cu. Zawartość tego pierwiastka w roślinach uprawnych, pochodzących z różnych rejonów kraju, w zasadzie nie przekracza 20 ppm [3], przy czym nie stwierdzono średnio większych różnic w występowaniu miedzi w poszczególnych rodzajach roślin.

Przeprowadzone w kraju nieliczne badania wykazały, że zawartość ołowiu w glebach nie skażonych jest nieco wyższa od przyjmowanej przez *W i n o g r a d o w a* (cyt. za [2]) średniej zawartości Pb w glebach naszej strefy klimatycznej, wynoszącej 10 ppm. Niezależnie bowiem od typu gleby zawartość całkowita oscylowała w granicach od 10 do 50 ppm [18, 21], a form rozpuszczalnych w 2,5-procentowym kwasie octowym — od 0,1 do 2,1 ppm Pb. Zawartość tego pierwiastka w roślinach nie skażonych w Polsce nie była badana. Według autorów obcych [9, 12, 22] waha się ona ok. 1 ppm w powietrznie suchej masie roślinnej, osiągając nierzadko wartość kilku ppm.

Całkowita zawartość siarki w wierzchniej warstwie gleb mineralnych waha się najczęściej w granicach od 70 do 250 ppm [26]. Większe jej ilości występują zazwyczaj w glebach organicznych. W roślinach zawartość siarki całkowitej, zdaniem autorów obcych [14], oscyluje w granicach od 100 do 3600 ppm. Najuboższe w ten składnik są buraki i ziemniaki (zarówno części nadziemne, jak korzenie i bulwy), nieco więcej siarki zawierają rośliny zbożowe (ziarno i słoma), najwięcej natomiast rośliny motylkowe.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I CEL BADAN

Badaniami objęto część strefy ochrony sanitarnej przy hucie miedzi o powierzchni ok. 500 hektarów. Obszar ten jest użytkowany rolniczo, 72% areалу bowiem stanowią grunty orne, 15% łąki i pastwiska, natomiast zaledwie 1,5% powierzchni zajmują lasy. Resztę, to jest 11,5%, stanowią tereny pod zabudowaniami, drogi, nieużytki i inne. Charakter użytkowania strefy pod wieloma względami stwarza zagrożenie biologiczne środowiska, nad czym rozpoczęto wielokierunkowe, kompleksowe badania, których częścią jest śledzenie zachodzących zmian niektórych właściwości gleb i jakości roślin uprawnych.

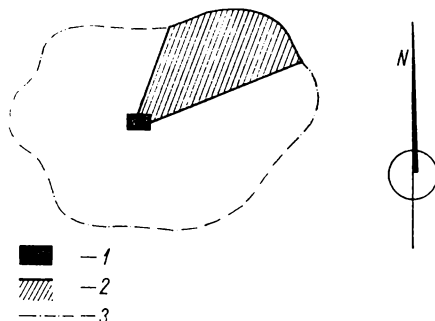
W pierwszym roku badania przeprowadzono na obszarze usytuowanym względem emitora na kierunku panujących w tym rejonie wiatrów (rys. 1).

Z założeń procesu technologicznego wiadomo było, że w stosunku rocznym zakład będzie emitował do atmosfery ok. 150 t miedzi, 100 t ołowiu, 40 t cynku, 25 000 t dwutlenku siarki, a z pozostałych zanieczysz-

czeń, między innymi, ok. 200 t węgla w połączeniach organicznych (bituminy). Sądząc z ilości emitowanych substancji należało się spodziewać gromadzenia w roślinach i glebach sąsiadujących terenów przede wszystkim miedzi, ołowiu i siarki. Badania gleb i roślin przeprowadzono na materiale zebrany między 10 i 12 miesiącem od chwili uruchomienia produkcji w hucie.

Plan sytuacyjny miejsca badań
1 — zakład emitujący, 2 — badany teren, 3 — granice strefy ochrony sanitarnej

Situation plan of the area under investigation
1 — emitting unit, 2 — area under investigation, 3 — border of sanitary protection zone



Dla porównania analogiczne badania przeprowadzono na terenie nie skażonym, odległym od większych skupisk przemysłowych, w powiecie Góra Śląska, gdzie próbki roślin pobrano w tym samym okresie wegetacyjnym co przy hucie. Przebadanie tego terenu miało dostarczyć przede wszystkim danych analitycznych, dotyczących szczególnie zawartości ołowiu w roślinach nie zapylnych.

Ilość opadów w okresach wegetacyjnych w rejonie huty za lata 1970-1972 zestawiono w tabeli 1. Rok 1972 pod względem sumy opadów w tym okresie był podobny do roku 1970.

T a b e l a 1

Opady miesięczne w okresie wegetacyjnym dla badanego terenu w mm*
Monthly rainfalls in growing season in mm* for the area under investigation

Rok Year	Marzec March	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September
1970	34	77	51	23	56	38	17
1971	16	46	51	131	32	35	40
1972	43	24	49	40	65	22	55

* Według Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu.
After the Institute for Meteorology and Water Economy, Branch Division in Wrocław.

METODYKA BADAŃ

Próbki glebowe do badań pobrano z warstwy wierzchniej gleb od 0 do 5 cm, a w 9 przypadkach dodatkowo z głębokości 5 do 20 cm.

Materiał glebowy po wysuszeniu i rozdrobnieniu w moździerz agatowym przesiewano przez sito perlonowe o średnicy oczek 1 mm, oddzielając widoczne części organiczne. W tak przygotowanym materiale dla bliższego scharakteryzowania oznaczono: skład mechaniczny ziemistej części metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande i Prószyńskiego, określając przy jej pomocy grupę agromechaniczną badanych gleb, pH w wodzie i w 1n roztworze chlorku potasowego, zawartość węgla organicznego metodą Tiurina oraz siarkę metodą nefelometryczną² [13].

10 g gleby przenoszono do tygli kwarcowych i spalano w 450°C w czasie 5 godzin, pozostawiając je w piecu mufowym na dalsze 10 godzin aż do ostygnięcia. Dawało to gwarancję całkowitego utlenienia połączeń organicznych znajdujących się w glebie. Próbki po wyjęciu z pieca dokładnie rozcierano w mechanicznym moździerzu agatowym i tak przygotowanym materiałem napełniano kratery elektrod węglowych, poddając go następnie analizie spektrograficznej.

Zawartość całkowitą miedzi i ołowiu oznaczono na spektrografie o średniej dyspersji, z optyką kwarcową typu Q-24, metodą opisaną we wcześniejszych pracach [15, 18]. Odchylenia standardowe oznaczeń badanych składników dla $n=9$ wynosiły: dla ołowiu przy zawartości 40 ppm $\pm 11,1\%$, a dla miedzi przy zawartości 55 ppm $\pm 12,8$ procent. Ogółem przeanalizowano 136 próbek glebowych.

Rośliny uprawne, zebrane z tych samych miejsc co próbki glebowe (ogółem 122 próbki), suszono bez uprzedniego płukania w temperaturze 80°C do stanu powietrznie suchego, po czym rozdrabniano w młynku firmy Fuchsmühle (typ 110-H), stosowanym przy przygotowywaniu materiału roślinnego do oznaczeń mikroelementów w stacjach chemiczno-rolniczych.

Rozdrobniony materiał roślinny w ilości 10 g spopielano w parownikach kwarcowych w temperaturze 450°C, a uzyskanym popiołem — po dokładnym wymieszaniu — napełniano kratery elektrod węglowych, oznaczając zawartość ołowiu i miedzi metodą spektrograficzną.

Oznaczenia wykonano na spektrografie typu Q-24, stosując następujące warunki wzbudzenia: łuk prądu zmiennego (aktywizowany iskrą) o natężeniu 12 A, czas ekspozycji 150 s, przerwa analityczna 2,5 mm, szerokość szczeliny 0,010 milimetrów. Do oznaczeń stosowano elektrody węglowe typu SU-103 produkcji czechosłowackiej. Końce elektrod gór-

² Za oznaczenie zawartości siarki w próbkach glebowych i roślinnych składamy podziękowanie P. Mgrowi Andrzejowi Kucharzewskiemu.

nych były ścięte w kształcie stożka, elektrody dolne posiadały krater o średnicy 2 mm i głębokości 3 milimetry.

Wzorce sporządzono na podłożu substancji spektralnie czystych, wykorzystując analizy chemiczne popiołów roślin uprawnych, wykonane metodami standardowymi. I tak: 12% SiO_2 w postaci kwarcu, 20,0% K_2CO_3 , 5,0% Na_2CO_3 , 16,5% CaCO_3 , 41,5% KH_2PO_4 i 5,0% MgO . Do części podłoża dodano następnie w postaci roztworów określone ilości miedzi i ołowiu i przez rozcieńczenie czystym podłożem w stosunku 1 : 2 : 4 : 8 otrzymano serię wzorców.

Zawartość badanych pierwiastków w próbkach obliczono z wykresów zależności zaczerwienienia linii analizowanej C (dla miedzi 3273,96 Å, a dla ołowiu 2833,07 Å) od logarytmu koncentracji C, porównując je z intensywnością linii wzorców. Obliczone odchylenia standardowe dla $n=9$ wynosiły: dla miedzi przy zawartości 15 ppm $\pm 8,7\%$, a dla ołowiu przy zawartości 8 ppm $\pm 10,5$ procent.

Zawartość siarki całkowitej w roślinach oznaczano metodą Buttersa-Chenery [13].

WYNIKI BADAŃ

Analiza mechaniczna 104 próbek glebowych pobranych z warstwy powierzchniowej na terenach zapyłonych wykazała, że według przyjętych agromechanicznych kryteriów 8% ogólnej ilości próbek stanowiły gleby lekkie, 38% gleby średnie i 54% gleby ciężkie. 23 próbki glebowe pobrane na terenie nie zapyłonym, z wyjątkiem jednej (gleba ciężka), zaliczone zostały do klasy gleb średnich.

Badane gleby odznaczały się dużą rozpiętością odczynu (tab. 2). Większość próbek (58%) pochodzących z terenów zapyłonych miała odczyn bardzo kwaśny i kwaśny, natomiast z terenów nie zapyłonych (74% próbek) — lekko kwaśny i kwaśny.

Tereny przy hucie były bogatsze w organiczne połączenia węgla, w większości bowiem badanych próbek zawartość tego pierwiastka wahała się w granicach od 0,5 do 1,5%, gdy tymczasem na terenach nie zapyłonych w większości próbek nie przekraczała 1,0% C (tab. 3).

W warstwie wierzchniej gleb, pochodzących z terenów zapyłonych, średnia zawartość miedzi całkowitej wynosiła 75 ppm przy wahaniami od 25 do 200 ppm. W większości zbadanych próbek (tab. 4) ilość tego pierwiastka oscylowała w interwale od 50 do 70 ppm. Mniej miedzi zawierały gleby nie zapyłone, średnia zawartość bowiem wynosiła 30 ppm Cu przy wahaniami od 25 do 55 ppm.

Mimo wyższej zawartości miedzi na terenach sąsiadujących z hutą, stwierdzono, że jej rozmieszczenie w warstwie powierzchniowej układało

się niezależnie od odległości emitora. Zawartość jej wzrastała natomiast wraz z ilością części koloidalnych w glebach ($r=0,36$), co nie zostało jednak udowodnione statystycznie (tab. 5). Analiza statystyczna nie wykazała zależności występowania miedzi od pH i zawartości węgla organicznego w glebach.

T a b e l a 2

Procentowy udział próbek glebowych
w poszczególnych klasach odczynu /pH ln KCl/
Per cent of soil samples in particular
reaction classes /pH in KCl/

Odczyn Reaction	Tereny zapyłone Dusted area	Tereny nie zapyłone Non-dusted areas
Bardzo kwaśny Very acid	19	4
Kwaśny Acid	39	22
Lekko kwaśny Slightly acid	31	52
Obojętny Neutral	8	13
Zasadowy Alkaline	3	9

T a b e l a 3

Procentowy udział próbek glebowych
w poszczególnych klasach zawartości
węgla organicznego

Per cent of soil samples in particular
organic coal content classes

C org., %	Tereny zapyłone Dusted area	Tereny nie zapyłone Non-dusted areas
0 - 0,50	3	40
0,51 - 1,00	29	56
1,01 - 1,50	41	4
1,51 - 2,00	19	-
2,01 - 2,50	8	-

Na brak różnic w występowaniu miedzi w glebach pod wpływem zapylenia w okresie pierwszego roku emisji wskazują również wyniki analizy gleb, zebranych z dwóch warstw pod koniec okresu wegetacyjnego (tab. 6); w większości badanych próbek zawartość Cu w obu warstwach była podobna bądź zbliżona.

Zawartość ołowiu w glebach zapyłonych wahała się w granicach od 10 do 80 ppm i wynosiła średnio 30 ppm. W próbkach gleb nie zapyłonych zawartość oscylowała w granicach od 25 do 50 ppm, średnio wynosiła 35 ppm. Na obu badanych terenach większa część próbek zawierała Pb w granicach do 30 ppm (tab. 4).

Nie stwierdzono zależności występowania ołowiu w glebach od pH, zawartości części koloidalnych (tab. 5) i węgla organicznego. Rozmieszczenie w warstwie powierzchniowej gleb na terenach zapyłonych, jak również porównanie zawartości ołowiu w obu analizowanych warstwach (powierzchniowa i głębsza) nie potwierdza nagromadzania się tego pierwiastka pod wpływem zapylenia.

T a b e l a 4

Procentowy udział próbek glebowych w poszczególnych klasach zawartości Cu, Pb i S
Per cent of soil samples in particular classes of Cu, Pb and S content

Zawartość Cu Cu content	Próbki Samples %	Zawartość Pb Pb content	Próbki Samples %	Zawartość S S content	Próbki Samples %
Gleby zapyłone Dusted areas					
do 50	13	do 30	67	do 150	12
51 - 60	26	31 - 40	24	151 - 200	34
61 - 70	27	od 41	9	201 - 250	33
71 - 80	7			251 - 300	10
81 - 90	6			od 301	11
91 - 100	10				
od 101	11				
Gleby nie zapyłone Non-dusted areas					
do 30	35	do 30	61	do 150	52
31 - 40	30	31 - 40	30	151 - 200	44
41 - 50	22	41 - 50	9	201 - 250	4
51 - 60	13				

T a b e l a 5

Zależność całkowitej zawartości miedzi, ołowiu i siarki w glebach zapyłonych od ilości części koloidalnych

Dependence of total copper, lead and sulphur content in dusted soils on the amount of colloidal particles

Procent części koloidalnych % of colloidal particles	Liczba próbek Number of samples	Cu	Pb	S
		ppm		
do - to 5	7	30	15	153
6 - 10	13	55	25	158
11 - 15	21	70	25	212
16 - 20	34	75	25	255
21 - 25	17	85	25	256
od - from 26	3	100	40	281

Ilość siarki w glebach zapyłonych wahała się od 90 do 840 ppm, wynosząc średnio 244 ppm. Mniejsze jej ilości zawierały gleby z terenów kontrolnych, średnio 166 ppm, przy wahaniach skrajnych od 105 do 280

ppm. Jak wynika z tabeli 4, przy hucie w większości analizowanych próbek pierwiastek ten występował w ilościach do 250 ppm, gdy tymczasem na terenie nie zapyłonym — do 200 ppm. Na obu badanych terenach uzyskane wartości oscylowały w interwale zawartości spotykanych w poziomie próchnicznym gleb mineralnych na terenach nie podlegających działaniu dwutlenku siarki.

T a b e l a 6

Całkowita zawartość miedzi, ołowiu i siarki w dwóch poziomach gleb zapyłonych w ppm

Total copper, lead and sulphur content in two horizons of dusted soils, in ppm

Roślina okrywająca Cover plant	Odległość od emitora m Distance from emitting source in m	Głębokość pobrania Sampling depth cm	Cu	Pb	S
Burak cukrowy - Sugar beets	2100	0-5	100	45	212
		5-10	55	45	196
Ziemniak - Potatoes	2200	0-5	50	45	140
		5-10	30	25	150
Ziemniak - Potatoes	2700	0-5	55	30	145
		5-10	75	40	160
Kapusta - Cabbage	2800	0-5	65	25	180
		5-10	75	40	175
Burak cukrowy - Sugar beets	3100	0-5	115	75	254
		5-10	120	65	250
Burak cukrowy - Sugar beets	3300	0-5	70	40	188
		5-10	65	40	196
Burak cukrowy - Sugar beets	3400	0-5	80	30	175
		5-10	80	25	175
Ziemniak - Potatoes	3400	0-5	70	35	150
		5-10	80	40	166
Ziemniak - Potatoes	3500	0-5	70	40	138
		5-10	80	25	130

Analiza statystyczna uzyskanych wyników nie wykazała zależności koncentracji tego pierwiastka od odległości źródła emisji i odczynu gleb. Stwierdzono natomiast wzrost zawartości S w miarę wzrostu ilości części koloidalnych (tab. 5) i węgla organicznego (tab. 7).

Na brak związku przyczynowego między emisją dwutlenku siarki i jej występowaniem w badanych glebach wskazuje niesystematyczne różni-

cowanie jej zawartości w zbadanych dwóch warstwach 9 próbek glebowych (tab. 6).

Zawartość miedzi, ołowiu i siarki oznaczono w 94 próbkach roślin uprawnych, zebranych z terenów zapylnych (tab. 8). Składniki te oznaczono w materiale nie mytym, wychodząc z założenia, że bez względu na sposób mycia (sama woda destylowana, roztwory detergentów i in.) usuwa się tylko część (40-80%) substancji napylnych. Zabieg ten, nie prowadząc do ustalenia ilości zanieczyszczeń pobranych przez rośliny, zniekształca obraz faktycznego zagrożenia środowiska, choćby z tego względu, że pasze wyprodukowane na terenach zapylnych skarmiane są bez uprzedniego ich preparowania, a do obiegu biologicznego wprowadzana może być suma zanieczyszczeń osadzonych na roślinach i pobranych przez nie.

T a b e l a 7

Zależność całkowitej zawartości siarki
w glebach zapylnych od ilości węgla
organicznego

Dependence of total sulphur content
in dusted soils on the amount
of organic coal

C org. %	S ppm
do 0,50	137
0,51 - 1,00	196
1,01 - 1,50	219
1,51 - 2,00	239
od 2,01	454
$r = 0,53$	

Miedź w roślinach zapylnych występowała w szerokich granicach od 4,3 do 120,0 ppm i wynosiła średnio dla wszystkich próbek 24,7 ppm. Spośród 10 badanych rodzajów roślin średnio najniższą zawartością tego pierwiastka charakteryzowały się: pszenica, żyto i rośliny łąkowe, najwyższą stwierdzono w liściach rzepaku i w lucernie (tab. 8). Niższe wartości, średnio spotykane w warunkach naturalnych przez innych autorów, uzyskano w roślinach pochodzących z terenów nie zapylnych (tab. 9).

W roślinach zebranych przy hucie (tab. 9) stwierdzono również wyższą, od normalnie spotykanej, zawartość ołowiu, tj. przy wahaniami eks-

tremalnych od 1,4 do 42,5 ppm Pb — średnio 9,5 ppm. Najwięcej ołowiu stwierdzono w liściach rzepaku, łętach ziemniaków i liściach buraków cukrowych. Średnio, mniejsze ilości tego pierwiastka zawierały rośliny zbożowe (tab. 8).

Tabela 8

Całkowita zawartość miedzi, ołowiu i siarki w p.s.m. roślin uprawnych z terenów zapylnych /wartości średnie i wahania w ppm/

Total copper, lead and sulphur content in air-dry matter in plants of particular crops cultivated on dusted areas /means and fluctuations in ppm/

Roślina Crop	Liczba próbek Number of samples	Cu	Pb	S
Pszonica w fazie strzelania w źdźbło Wheat at shooting stage	17	17,8 4,3-33,8	5,5 1,7-14,5	4110 2000-6625
Żyto w fazie kłoszenia Rye at ear-forming stage	5	14,1 7,3-19,7	5,0 2,5-10,8	3149 2000-5500
Jęczmień w fazie strzelania w źdźbło Barley at shooting stage	18	31,9 5,0-120,0	7,4 1,4-33,1	6330 3000-11250
Owies w fazie strzelania w źdźbło Oats at shooting stage	4	27,4 10,8-47,0	2,9 2,4-3,2	7220 5000-9250
Łęty ziemniaków po okwitnięciu Potato haulms after flowering	9	25,3 13,6-34,9	14,6 2,8-38,2	5576 2750-7000
Buraki cukrowe - liście Sugar beet - leaves	9	29,4 15,2-43,2	12,2 4,7-29,5	6790 4000-10500
Rzepak - liście w fazie kwitnienia Rape - leaves at flowering stage	4	32,9 8,7-74,4	15,3 4,3-42,5	7000 5750-7750
Lucerna w fazie kwitnienia Alfalfa at flowering stage	5	30,3 14,2-78,9	10,0 4,9-14,4	5625 5000-6500
Rośliny łąkowe przed pierwszym pokosem Meadow plants before the 1st cut	15	19,5 9,9-33,6	8,9 3,5-24,7	4080 2815-5875
Koniczyna czerwona w fazie kwitnienia Red clover at flowering stage	8	23,2 13,9-32,3	10,8 5,0-19,0	4135 2435-5875

Materiał roślinny zebrany z terenu powiatu Góra Śląska zawierał średnio mniej ołowiu (2,2 ppm), a zawartości w poszczególnych próbkach nie wykazywały tak dużego rozrzutu (0,4-3,4 ppm), jak to miało miejsce w przypadku roślin zapylnych (tab. 9).

Zawartość siarki w roślinach narażonych na działanie SO₂ z huty wynosiła średnio dla wszystkich zbadanych próbek 5028 ppm przy waha- niach od 2000 do 10 500 ppm. Większe ilości tego składnika stwierdzono

w owsie, liściach rzepaku i liściach buraków cukrowych, niższe natomiast w pszenicy, życie, koniczynie czerwonej i roślinach łąkowych.

Ilości siarki znalezione w roślinach pochodzących z terenu kontrolnego były niższe, średnio 4555 ppm, przy wahaniami od 2125 do 7625 ppm S. Podobnie jak poprzednio, najbogatsze w siarkę były liście rzepaku, buraków cukrowych i łąki ziemniaków.

Tabela 9

Całkowita zawartość miedzi, ołowiu i siarki w p.s.m. roślin uprawnych z terenów nie zapylnych /wartości średnie i wahania w ppm/

Total copper, lead and sulphur content in air-dry matter of plants of particular crops cultivated on non-dusted areas /means and fluctuations in ppm/

Roślina Crop	Liczba próbek Number of samples	Cu	Pb	S
Pszenica w fazie kłoszenia Wheat at ear-forming stage	3	7,3 6,1-8,2	1,4 0,6-1,9	3375 2875-3750
Żyto w fazie kłoszenia Rye at ear-forming stage	3	10,1 9,5-10,9	1,9 1,6-2,2	2670 2500-2875
Jęczmień w fazie strzelania w źdźbło Barley at shooting stage	3	6,5 4,6-7,7	2,2 1,6-2,7	3125 2125-4375
Owies w fazie strzelania w źdźbło Oats at shooting stage	2	10,7 7,6-13,8	1,5 0,8-2,2	4310 2875-5750
Łąty ziemniaków w czasie kwitnienia Potato haulms at flowering stage	3	13,8 9,0-17,8	2,9 1,9-4,2	5000 4625-5375
Buraki cukrowe - liście Sugar beets - leaves	3	10,8 9,7-12,9	2,4 1,7-2,9	5085 3750-7500
Liście rzepaku pod koniec kwitnienia Rape leaves at flowering end	3	7,4 6,7-8,6	2,6 2,2-3,1	6191 5200-7625
Lucerna w fazie kwitnienia Alfalfa at flowering stage	2	12,2 11,5-13,0	3,4 3,3-3,4	4875 4625-5125
Rośliny łąkowe przed pierwszym pokosem Meadow plants before the 1st cut	3	12,1 9,0-14,7	1,5 1,3-1,7	3990 3605-4250
Koniczyna czerwona w fazie kwitnienia Red clover at flowering stage	3	9,8 8,3-12,0	0,4 0,4-0,5	3360 2760-3850

Przeprowadzone oznaczenia zawartości siarki w wybranych roślinach z objawami ostrych uszkodzeń, wywołanych przez SO₂ (w 2-4 dni po emisji), wykazały podwyższoną zawartość tego składnika w stosunku do roślin bez widocznych uszkodzeń. I tak, pszenica w początkowym stadium strzelania w źdźbło, w której uszkodzenia powierzchni asymilacyj-

nej szacunkowo wahały się w granicach od 10 do 20%, zawierała średnio 7700 ppm, liście buraków cukrowych, przy podobnej powierzchni uszkodzeń, zawierały średnio 9300 ppm S. Liście rzepaku natomiast (w końcowym stadium kwitnienia) uszkodzone przeciętnie w 90% (zmiany nekrotyczne) zawierały średnio 14 200 ppm tego składnika.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone w pierwszym roku, od chwili uruchomienia huty miedzi, badania warstwy wierzchniej gleb i roślin uprawnych w części strefy ochronnej są wstępnym etapem prac nad wpływem emitowanych przez hutę zanieczyszczeń na środowisko użytkowane rolniczo.

Pierwszy rok emisji nie wykazał tendencji gromadzenia badanych składników w wierzchniej warstwie gleb. Zawartość miedzi, ołowiu i siarki na terenach sąsiadujących z hutą nie wykazała bowiem zróżnicowania wraz z odległością od emitora; stwierdzono natomiast w niektórych przypadkach tendencje współzależności z innymi właściwościami gleb. W porównaniu z wynikami analitycznymi badań gleb pochodzących z terenów nie zapyłonych stwierdzono średnio zbliżoną zawartość ołowiu w obu obiektach, a nieco wyższą miedzi i siarki w próbach z terenu strefy ochronnej huty, co jednak znajduje swoje uzasadnienie, między innymi, w różnej zawartości części spławialnych i węgla organicznego w analizowanym materiale glebowym.

Zawartość badanych pierwiastków w roślinach pochodzących z terenów sąsiadujących z hutą była bardzo zróżnicowana. Obok wartości spotykanych w roślinach nie skażonych [3, 9, 14] w wielu próbkach miedź i ołów występowały w ilościach uznanych w chwili obecnej za niebezpieczne dla organizmów zwierzęcych — odpowiednio od 50 ppm Cu [17] i od 10 ppm Pb [28]. Podobnie zawartość siarki w badanych roślinach była wyższa od przeciętnie spotykanych. Na uwagę zasługuje zarysowująca się tendencja współzależności występowania siarki i miedzi w badanych roślinach, nie udowodniona jednak statystycznie ($r=0,37$). W porównaniu z wynikami analiz roślin pochodzących z terenów nie zapyłonych w powiecie Góra Śląska rośliny uprawiane w granicach badanej części strefy ochronnej przy hucie zawierały średnio 2,7 razy więcej miedzi, 4,5 razy więcej ołowiu i 1,4 razy więcej siarki.

LITERATURA

- [1] Bohosiewicz M.: Ujemne skutki działania niektórych metali na zdrowie zwierząt. Probl. Ochrony Przyrody. Wyd. Ośr. Post. Techn. w Katowicach 5, 1973.

- [2] Borken J. G., Kulik A. A.: Mikroelem. w sielskom hoziaj. i medic., Kijów 1973.
- [3] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Cz. I. Roczn. glebozn. 22, 1971, 1, 205.
- [4] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Cz. II. Cynk, molibden, kobalt, tytan, nikiel, chrom i inne pierwiastki. Roczn. glebozn. 23, 1972, 1, 285.
- [5] Fleszar M.: Zanieczyszczenie i ochrona środowiska naturalnego w świecie. PISM, Warszawa 1972.
- [6] Greszta J., Godzik S.: Wpływ hutnictwa cynku na gleby. Roczn. glebozn. 20, 1969, 1, 195.
- [7] Karweta S.: Występowanie cynku i ołowiu w glebach GOP w wyniku zanieczyszczenia powietrza przez przemysł. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG. Komunikaty 1972, 278.
- [8] Karweta S.: Wpływ emisji cynku i ołowiu na rośliny i gleby. Maszynopis, 1973.
- [9] Klocke A., Riebartsch K.: Verunreinigung von Kulturpflanzen mit Blei aus Kraftfahrzeugabgasen. Die Naturwiss. 15, 1964, 367.
- [10] Kowaliński S., Bogda A., Borkowski J., Chodak T., Drozd J., Licznar M., Roszyk E.: Wstępne badania nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych Huty Miedzi „Legnica” na zmiany niektórych właściwości gleb. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG. Komunikaty 1972, 296.
- [11] Kowaliński S. i in.: Badania kartograficzno-gleboznawcze i charakterystyka gleb na obszarze strefy ochrony sanitarnej huty miedzi „Legnica”. Maszynopis, 1971.
- [12] Mitchell R. H.: The spectrochemical analysis of soil plants and related materials. Commonwealth Agric. Bureaux, 1964.
- [13] Nowosielski O.: Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa 1968.
- [14] Reimann M.: Zagadnienie siarki w światowej literaturze rolniczej. Post. Nauk rol. 5, 1965, 59.
- [15] Roszyk E.: Zawartość wanadu, chromu, manganu, kobaltu, niklu i miedzi w niektórych glebach Dolnego Śląska wytworzonych z glin pylistych i utworów pyłowych. Roczn. glebozn. 19, 1968, 2, 223.
- [16] Roszyk E.: Miedź, cynk i ołów w glebach i roślinach uprawnych. Wyd. Ośr. Post. Techn. w Katowicach, 1973, 103.
- [17] Roszyk E.: Podsumowanie polskich badań nad zanieczyszczeniem środowiska ołowiem, cynkiem, miedzią i fluorem. Maszynopis.
- [18] Roszyk E.: Lead in some very-fine sandy soils of the Lower Silesia. Roczn. glebozn., dod. do t. 19, 1968, 123.
- [19] Roszyk E.: Wpływ hutnictwa miedzi na zanieczyszczenie gleb i roślin uprawnych. Wyd. Oddziału PAN we Wrocławiu, 1974.
- [20] Roszyk E.: Badania metodyczne nad spektrograficznym oznaczeniem mikroelementów w materiale roślinnym. Roczn. glebozn. 23, 1972, 2, 351.
- [21] Sapek A.: Skazenie ołowiem gleb i roślin. Maszynopis 1973.
- [22] Scharrer K.: Biochemie der Spurenelemente. Berlin 1965.
- [23] Siuta J.: Wpływ emisji przemysłowych na chemiczne i biologiczne właściwości środowiska.

- [24] Skawina T.: Procesy zniekształcania gleb w okręgach górniczych i przemysłowych. Roczn. glebozn., dod. do t. 7, 1958.
- [25] Skawina T., Wąchalewski T.: Pierwiastki śladowe w glebach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Biul. Zakł. Bad. Nauk. PAN, nr 5, 1965.
- [26] Skłodowski P.: Rozmieszczenie siarki w profilach glebowych niektórych typów gleb Polski. Roczn. glebozn. 19, 1968, 1, 99.
- [27] Turski R., Baran S.: Wpływ hutnictwa cynku na zawartość mikroelementów w glebach i roślinach. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG. Komunikaty 1972, 286.
- [28] Vetter H., Mählop R.: Untersuchung über Blei-, Zink- und Fluor-Immissionen und dadurch verursachte Schäden an Pflanzen und Tieren. Landw. Forsch. 24, 1971, 294.
- [29] Zemła B.: Analiza porównawcza rozmieszczenia opadów przemysłowych oraz zawartości cynku i ołowiu w glebach. Przegl. geograf. 1, 1972, 107.

Э. РОШЫК, С. РОШЫК

ВЛИЯНИЕ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА
НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ
ЧАСТЬ I. ПЕРВЫЙ ГОД ЭМИТИРОВАНИЯ

Институт агрохимии, почвоведения и микробиологии
Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

В первом году эксплуатации медеплавильного завода на части смежной с заводом территории проводилось обследование почв и растений с определением в них валового содержания меди, свинца и серы. Для сравнения подобные исследования были проведены на территории отдаленной от промышленных предприятий. В общем испытано 136 почвенных образцов и 122 пробы сельскохозяйственных культур.

Первый год эмитирования не показал тенденции к накоплению исследуемых элементов в поверхностном слое почв. Пахотные почвы возле завода, по сравнению с контрольной площадью, содержали в среднем сходные количества свинца, немного больше меди и серы, что может быть отнесено в счет различий механического состава и содержания органического угля в испытанном материале.

В надземных частях растений культивируемых вблизи завода констатировано в среднем 2,7 раза больше меди, 4,5 раза больше свинца и 1,4 раза больше серы, по сравнению с их содержанием в растениях с контрольной территорией.

E. ROSZYK, S. ROSZYK

EFFECT OF COPPER METALLURGY ON SOME SOIL PROPERTIES
AND CHEMICAL COMPOSITION OF PLANTS

PART I. THE SECOND EMISSION YEAR

Institute of Agricultural Chemistry, Soil Science and Microbiology
Agricultural Academy of Wrocław

Summary

In the first year after putting in operation the copper foundry, investigations of soil and vegetation were carried out on a part of the areas adjoining the foundry, while determining total copper, lead and sulphur content. For comparison, similar investigations were carried out on the areas situated at a considerable distance from industrial works. In total 136 soil samples and 122 plant samples of particular crops were examined.

In the first emission year no tendency to accumulation of the elements investigated in the upper soil layer was observed. Arable soils situated close to the foundry contained, on the average, almost the same lead amounts and somewhat higher copper and sulphur amounts, what could be ascribed to the differences in mechanical composition and the organic coal content in the material investigated.

In the aboveground parts of plants of particular crops collected near the foundry 2.7 times higher content of copper, 4.5 times higher content of lead and 1.4 times higher content of sulphur have been found, as compared to a respective contents in the plants from control areas.

Doc. dr Eligiusz Roszyk
Instytut Chemii Rolnej,
Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR
Wrocław, ul. Grunwaldzka 53

Wpłynęło do PTG w czerwcu 1974 r.

