

WPLYW ODDZIAŁYWANIA WYBRANYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH NA ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBIE I ROŚLINACH

Grzegorz Kulczycki, Zofia Spiak

Katedra Chemii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Gleba stanowi podstawowy składnik środowiska przyrodniczego. W zależności od przebiegu procesu glebotwórczego charakteryzuje się określonym układem właściwości biologicznych, fizycznych i chemicznych, który może ulec przekształceniom w wyniku działalności człowieka. Jedną z dziedzin tej działalności, negatywnie wpływającą na środowisko, jest produkcja przemysłowa, m.in. hutnictwo, chemia, elektrociepłownie. W glebach narażonych na oddziaływanie tych gałęzi przemysłowych stwierdza się znaczny wzrost stężenia metali ciężkich oraz zmianę proporcji między mobilnymi a silnie związanymi ich formami [DROZD i in. 1983; ANDRUSZCZAK i in. 1986; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999], zachwianie równowagi jonowej w środowisku glebowym [ROSZYK i in. 1994; ROSZYK, SZERSZEŃ 1994] oraz nadmierne pobieranie metali ciężkich przez rośliny. Powoduje to zwykle obniżenie plonów, występowanie zmian w wyglądzie zewnętrznym roślin, a także uszkodzenia natury wewnątrzkomórkowej, biochemicznej i zwiększenie podatności na choroby.

Z wielu opublikowanych badań wynika, że w rejonach gdzie gleby użytkowane rolniczo narażone są na zanieczyszczenia, najwięcej uwagi poświęcono ocenie stopnia degradacji poprzez określenie całkowitej zawartości metali ciężkich najczęściej tych, które uważane są za najbardziej niebezpieczne dla środowiska, jak: Pb, Cd, Hg i wiele innych. Znacznie mniej informacji znaleźć można na temat tych pierwiastków, które również są emitowane przez zakłady przemysłowe, ale także pełnią ważne funkcje życiowe w roślinach i są niezbędne do prawidłowej ich wegetacji, są to mikroelementy takie jak: Cu, Zn i Mn, które z reguły przez rośliny pobierane są proporcjonalnie do ich obecności w glebie w formach przyswajalnych dla roślin.

Celem pracy była więc ocena w jakim stopniu zakłady przemysłowe o zróżnicowanej działalności wpływają na kumulowanie w glebach form rozpuszczalnych miedzi, cynku i manganu w 1 mol HCl·dm⁻³ oraz czy rośliny uprawiane na tych terenach są narażone na nadmierne ich pobranie?

Materiał i metody

Badania gleb i roślin przeprowadzono w zasięgu oddziaływania siedmiu zakładów przemysłowych: elektrociepłowni – we Wrocławiu, Opolu, Turosszowie; hut – w Głogowie, Legnicy, Siechnicach oraz Zakładów Chemicznych „Rokita” w Brzegu Dolnym.

Próbki gleb i roślin pobierano bezpośrednio przy zakładach i w odległościach 0,5 km, 1 km i 5 km. Materiał glebowy i roślinny do analiz chemicznych stanowił średnią z 10 prób pojedynczych, które dokładnie wymieszano i zhomogenizowano. W uzyskanym materiale glebowym oznaczono: skład granulometryczny, pH w 1 mol KCl·dm⁻³, N ogólny metodą Kjeldahla, C organiczny metodą Westerhoffa, zawartość rozpuszczalnych form P, K metodą Egnera-Riehma oraz Mg metodą Schachtschabela. Mikroelementy Cu, Zn i Mn oznaczono ekstrahując glebę w roztworze 1 mol HCl·dm⁻³.

Materiał roślinny pobierano w różnych fazach rozwojowych w zależności od gatunku rośliny: trawy i rośliny zbożowe – początek strzelania w źdźbło, burak cukrowy – 8–9 liści, lucerna – początek kwitnienia, kukurydza – dziewiąty liść rozwinięty, ziemniaki – faza kwitnienia i tytoń – 6–8 liści. Próbki roślin mineralizowano na mokro w mieszaninie stężonych kwasów (HClO₄ i HNO₃) i oznaczono zawartość miedzi, cynku i manganu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej.

Wyniki badań i dyskusja

Gleby zlokalizowane wokół zakładów przemysłowych były zróżnicowane pod względem składu granulometrycznego i można podzielić je na 4 grupy (tab. 1). Gleby z Wrocławia zaliczono do bardzo lekkich i lekkich, gleby z Opola i Brzegu Dolnego do bardzo lekkich i lekkich z wyjątkiem jednej, którą określono jako średnią. Gleby z Głogowa i Siechnic cechowała największa zmienność, gdyż były wśród nich zarówno lekkie, jak i ciężkie. Gleby z Turosszowa i z Legnicy zaliczono do kategorii gleb średnich i ciężkich.

Tabela 1; Table 1

Odczyn oraz skład granulometryczny badanych gleb
Reaction and granulometric composition of investigated soils

Miejscowość Locality	Przy zakładzie By industrial works		0,5 km		1 km		5 km	
	pH _{KCl}	gleba soil	pH _{KCl}	gleba soil	pH _{KCl}	gleba soil	pH _{KCl}	gleba soil
Wrocław	5,0	lekka; light	6,5	bardzo lekka very light	5,5	bardzo lekka very light	6,0	lekka; light
Opole	7,0	średnia; medium	6,9	lekka; light	6,6	bardzo lekka very light	5,3	lekka; light
Turosszów	5,6	średnia; medium	5,2	ciężka; heavy	4,7	ciężka; heavy	6,2	ciężka; heavy
Głogów	7,0	bardzo lekka very light	6,0	lekka; light	7,2	ciężka; heavy	6,5	średnia; medium
Legnica	7,1	ciężka; heavy	6,7	ciężka; heavy	7,2	średnia; medium	6,2	ciężka; heavy
Siechnice	6,8	lekka; light	6,8	ciężka; heavy	7,0	lekka; light	6,0	średnia medium
Brzeg D.	6,5	bardzo lekka very light	4,3	średnia medium	3,9	bardzo lekka very light	5,8	lekka; light

Pod względem odczynu oznaczonego w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ badane gleby można podzielić na dwie grupy (tab. 1). Gleby spod zakładów we Wrocławiu, Brzegu Dolnym i Turosszowie zaliczono do gleb o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym, natomiast z okolic Legnicy, Siechnic, Opola, Głogowa do lekko kwaśnych i obojętnych. Jak wynika z tabeli 1, wraz ze wzrostem odległości od zakładów uwidoczniła się tendencja do spadku odczynu (Opole, Głogów, Legnica, Siechnice i Brzeg Dolny), gdyż w odległości 5 km od poszczególnych zakładów gleby były bardziej kwaśne niż bezpośrednio przy zakładach.

Tabela 2; Table 2

Właściwości chemiczne badanych gleb
Some chemical properties of investigated soils

Miejscowość Locality	C organiczny Organic C	N ogólny Total N	C : N	P	K	Mg
	(%)					
Wrocław	1,6	0,11	14	155	138	51
Opole	1,8	0,17	11	33	83	43
Turosszów	2,4	0,18	14	32	288	108
Głogów	1,4	0,11	14	112	167	53
Legnica	1,4	0,12	12	168	294	89
Siechnice	2,4	0,18	14	222	342	87
Brzeg Dolny	1,7	0,14	12	68	145	52

Najwyższą zawartością azotu i węgla charakteryzowały się gleby z Turosszowa i Siechnic. Najuboższe w azot ogólny były gleby z Wrocławia i Głogowa, a węgiel organiczny z Legnicy i Głogowa. Stosunek C : N wahał się nieznacznie w przedziale 11 (Opole) do 14 (Wrocław, Turosszów, Głogów i Siechnice). Najwięcej przyswajalnego K i Mg zawierały gleby z Legnicy, Siechnic i Turosszowa, a przyswajalnego fosforu oznaczonego metodą Egnera-Riehma gleby pobrane z Siechnic, Legnicy oraz Wrocławia (tab. 2).

W badaniach nie oznaczono całkowitej zawartości miedzi, cynku i manganu, gdyż ogólne zawartości mikroelementów rzadko decydują o przemieszczeniu się tych pierwiastków do części nadziemnych roślin. Pobieranie przez rośliny (oprócz szeregu czynników dodatkowych) w największym stopniu uzależnione jest od koncentracji w glebie formy bezpośrednio dla nich dostępnej, a więc w warunkach Polski, rozpuszczalnych w 1 mol $\text{HCl}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Tabela 3; Table 3

Zawartość w glebie rozpuszczalnych form miedzi
Contents of soluble copper forms in soils

Miejscowość Locality	Przy zakładzie By industrial works	0,5 km	1 km	5 km
	mg Cu·kg ⁻¹ s.m. gleby; mg Cu·kg ⁻¹ DM soil			
Wrocław	3,2	7,9	18,1	20,8
Opole	6,5	3,4	2,9	5,1
Turosszów	29,5	9,5	5,8	7,6
Głogów	3 450	2 225	262	109
Legnica	4 000	915	570	157
Siechnice	10,4	11,5	6,9	6,5
Brzeg Dolny	5,1	7,2	3,9	5,7

Zawartość form rozpuszczalnych miedzi przedstawiono w tabeli 3. Największą jej koncentrację stwierdzono w glebach położonych przy hucie w Głogowie ($3450 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i Legnicy ($4000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), także w glebach zlokalizowanych w odległości 5 km od tych zakładów – w Głogowie ($109 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), Legnicy ($157 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

W glebach położonych w pobliżu elektrociepłowni we Wrocławiu zawartość miedzi rozpuszczalnej wahała się od $3,2\text{--}20,8 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$ i wzrastała w miarę oddalania się od zakładu. Przy elektrociepłowniach w Turosszowie i Opolu najwyższą zawartość miedzi stwierdzono w glebach pobranych bezpośrednio przy zakładach: w Turosszowie – $29,5 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w Opolu $6,5 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Najwyższą zawartość cynku rozpuszczalnego w badanych glebach stwierdzono przy hutach w Legnicy ($420 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$) i w Głogowie ($242 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$) i wraz z oddalaniem się koncentracja tego metalu w analizowanych glebach ulegała zmniejszeniu (tab. 4).

Najwięcej cynku przy elektrociepłowniach we Wrocławiu i w Turosszowie oznaczono w glebach pobranych tuż przy zakładach, a już w odległości 0,5 km zawartości te były znacznie niższe i na zbliżonym poziomie utrzymywały się także w glebach pobranych z dalszych badanych odległości. Zawartość cynku w analizowanych glebach pobranych z okolic zakładu w Brzegu Dolnym wahała się od $12\text{--}27 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$, a w glebach z Siechnic od $29\text{--}43 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ i była niezależna od odległości.

Tabela 4; Table 4

Zawartość w glebie rozpuszczalnych form cynku
Contents of soluble zinc forms in soils

Miejscowość Locality	Przy zakładzie By industrial works	0,5 km	1 km	5 km
	mg Zn·kg ⁻¹ s.m. gleby; mg Zn·kg ⁻¹ DM soil			
Wrocław	105	32	82	52
Opole	14	10	16	28
Turosszów	133	19	12	13
Głogów	242	109	41	30
Legnica	420	56	21	12
Siechnice	43	34	29	32
Brzeg Dolny	27	24	12	15

Zawartość manganu rozpuszczalnego w $1 \text{ mol HCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ w analizowanych glebach była zmienna, najwięcej tego mikroelementu stwierdzono w glebach zlokalizowanych obok huty w Legnicy, gdzie zawartości wahały się od $232\text{--}295 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 5). W glebach pobranych przy elektrociepłowni we Wrocławiu zawartość manganu kształtowała się w przedziale od $82\text{--}175 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1}$, a przy takim samym zakładzie w Opolu od $64\text{--}187 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Opierając się na określonej w badaniach własnych koncentracji przyswajalnego cynku, manganu i miedzi w glebach przyległych do szeregu zakładów przemysłowych Dolnego Śląska, reprezentujących różne gałęzie przemysłu, a tym samym niejednakowy skład chemiczny emitowanych związków, oznaczono zawartość tych samych pierwiastków w roślinach. Miało to na celu prześledzenie, czy w warunkach oddziaływania przemysłu – rośliny wykazują ich niedobór, zawartość wystarczającą czy nadmiar?

Tabela 5; Table 5

Zawartość w glebie rozpuszczalnych form manganu
Contents of soluble manganese forms in soils

Miejscowość Locality	Przy zakładzie By industrial works	0,5 km	1 km	5 km
	mg Mn·kg ⁻¹ s.m. gleby; mg Mn·kg ⁻¹ DM soil			
Wrocław	82	175	140	153
Opole	152	64	187	111
Turoszów	180	157	200	219
Głogów	118	221	252	243
Legnica	295	256	232	270
Siechnice	284	168	132	152
Brzeg Dolny	130	117	130	254

Analiza zawartości miedzi w roślinach wykazała podwyższoną ilość tego mikroelementu w materiale roślinnym pobranym przy hutach w Głogowie i Legnicy (tab. 6). Porównując wyniki analiz miedzi z zawartościami krytycznymi podanymi w ramowych wytycznych dla rolnictwa [MOTOWICKA-TERELAK i in. 1993], materiał roślinny pobrany tuż przy tych zakładach może być przeznaczony wyłącznie na cele przemysłowe. Natomiast zawartość miedzi w roślinach uprawianych w odległościach powyżej 1 km od tych zakładów nie przekraczała wartości krytycznych dla roślin przeznaczonych na cele paszowe (> 25 mg Cu·kg⁻¹ s.m.). Materiał roślinny pobierany w miejscach bezpośrednio przyległych do zakładów przemysłowych nie zawierał miedzi w ilościach, które mogłyby dyskwalifikować go jako pasze.

Tabela 6; Table 6

Zawartość Cu, Zn oraz Mn w analizowanych roślinach (mg·kg⁻¹ s.m.)
Concentration of Cu, Zn and Mn in plants (mg·kg⁻¹ DM)

Miejscowość Locality	Przy zakładzie By industrial works			0,5 km			1 km			5 km		
	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn
Wrocław	9,0	45	85	7,5	41	50	7,5	41	48	14,0	85	56
	trawa; grass			trawa; grass			trawa; grass			liście buraków leaves of sweet beets		
Opole	8,5	26	24	8,5	28	21	11,0	35	66	8,0	29	21
	trawa; grass			lucerna; lucerne			trawa; grass			owies; oats		
Turoszów	9,0	46	45	5,0	19	22	7,5	21	52	7,5	26	26
	trawa; grass			owies; oats			owies; oats			pszenżyto; triticale		
Głogów	145	48	42	118	122	28	21	35	13	12	36	36
	trawa; grass			trawa; grass			jęczmień; barley			owies; oats		
Legnica	83	58	20	16	30	17	10	24	15	16	37	53
	trawa; grass			pszenżyto; triticale			pszenżyto; triticale			liście buraków leaves of sweet beets		
Siechnice	8,0	67	33	7,0	25	20	5,5	15	18	5,5	39	53
	trawa; grass			trawa; grass			trawa; grass			kukurydza; corn		
Brzeg Dolny	8,5	31	56	12,0	26	130	16,5	12	110	3,5	25	42
	trawa; grass			tytoń; tobacco			ziemniaki; potatoes			owies; oats		

Zawartość cynku w roślinach nie przekroczyła ilości krytycznych ($> 100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) dla roślin przeznaczonych na cele paszowe z wyjątkiem trawy pobranej w odległości 0,5 km od huty w Głogowie, gdzie koncentracja tego pierwiastka wynosiła $122 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$

Koncentracja manganu w różnych gatunkach roślin zebranych wokół badanych zakładów przemysłowych była zróżnicowana i wahała się w szerokim zakresie od $13\text{--}130 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m}$ roślin, przy czym najwyższe zawartości stwierdzono w roślinach (tytoń i ziemniaki) zebranych w okolicach zakładów chemicznych „Rokita” w Brzegu Dolnym. W wykazie zawartości krytycznych metali ciężkich w roślinach przyjętych do oceny ich przydatności nie wyszczególniono manganu, ale wiadomo, że optymalne jego stężenie w wegetacyjnych częściach roślin wynosi $10\text{--}100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, co nie oznacza ich dyskwalifikacji do celów paszowych.

Zawartość w glebach przyswajalnych form metali ciężkich, w tym również mikroelementów takich jak: miedź, cynk i mangan, zależy od wielu czynników, spośród których rodzaj i odczyn gleby uważa się za najważniejszy [ADRIANO 1986; GORLACH, GAMBUŚ 1991; GORLACH i in. 1993].

Prawdopodobnie z uwagi na zróżnicowany skład mineralogiczny badanych gleb oraz odczyn, którego wartości wahają się w przedziale od 3,9 do 7,2, określona w glebach zawartość przyswajalnego dla roślin cynku i manganu, a także miedzi była silnie zróżnicowana.

Oddziaływanie emisji zakładów przemysłowych objętych badaniami miało tu raczej drugorzędne znaczenie, gdyż jedynie w przypadku hut miedzi w Głogowie i Legnicy wyraźnie widoczny był wpływ miedzi, cynku i manganu zawartych w emitowanych związkach przez te zakłady na koncentrację ich form rozpuszczalnych w glebie. Potwierdza to również zmniejszająca się zawartość tych pierwiastków w wierzchnich warstwach gleby w miarę oddalania się od zakładów. W przypadku pozostałych zakładów nie stwierdzono wyraźnej zależności między koncentracją badanych pierwiastków a odległością pobierania próbek. Jak podaje [TERELAK i in. 1995] stopień zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb polskich określany jest na podstawie ich całkowitej zawartości i na tej podstawie określa się możliwość lub wykluczenie upraw niektórych gatunków roślin. Wycenę gleb w zakresie rozpuszczalnych form mikroelementów w glebie przedstawiają natomiast zalecenia nawozowe [ANONIM 1985]. Porównując uzyskane w badaniach własnych wyniki do danych w nich zawartych, w przypadku miedzi i cynku (z wyjątkiem gleb z Głogowa i Legnicy) pozostałe gleby nie przekraczają wysokiej zawartości formy rozpuszczalnej obu pierwiastków. Zawartość manganu rozpuszczalnego w $1 \text{ mol HCl}\cdot\text{dm}^{-3}$, według tych liczb granicznych, mieści się w zakresie zawartości średniej i wysokiej.

Oceny roślin w badaniach własnych dokonano w oparciu o ich przydatność w zależności od zawartości miedzi, manganu i cynku na podstawie wytycznych [MOTOWICKA-TERELAK i in. 1993], które klasyfikują rośliny pod kątem przeznaczenia ich do celów konsumpcyjnych, paszowych i przemysłowych.

Koncentracja badanych pierwiastków w różnych gatunkach analizowanych roślin wskazuje, że na cele przemysłowe przeznaczyć należy jedynie rośliny z najbliższej odległości od huty w Głogowie i w Legnicy, z uwagi na zbyt wysoką koncentrację miedzi oraz z Brzegu Dolnego, ze względu na podwyższoną zawartość cynku. Pozostałe rośliny mogą być przeznaczone na paszę.

Wnioski

1. Gleby z okolic kilku zakładów przemysłowych Dolnego Śląska charakteryzowały się zróżnicowanym składem mechanicznym, odczynem oraz optymalną zasobnością w podstawowe składniki pokarmowe.
2. Zawartość miedzi, manganu i cynku rozpuszczalnego w 1 mol HCl-dm⁻³ w badanych glebach była zróżnicowana, ale nie przekraczała wysokich zawartości określonych dla poszczególnych gatunków gleb.
3. Stężenie tych pierwiastków w wierzchniej warstwie gleb było skorelowane z działalnością zakładów jedynie w najbliższym ich sąsiedztwie, z wyjątkiem Głogowa i Legnicy, gdzie zależności te stwierdzono w całej badanej strefie.
4. Koncentracja badanych pierwiastków w roślinach uprawianych na terenach przyległych do zakładów pozwala przeznaczyć je na paszę, natomiast te, które zebrano w najbliższej odległości od huty w Głogowie i Legnicy na cele przemysłowe.

Literatura

- ANONIM 1985. *Zalecenia nawozowe*. Cz. I. *Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów*. IUNG Puławy. Seria P 44: 26 ss.
- ADRIANO D.C. 1986. *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 86 ss.
- ANDRUSZCZAK E., STRĄCZYŃSKI S., CZERNIAWSKA W., RADWAN B. 1986. *Zawartość niektórych składników w glebach i roślinach uprawnych znajdujących się pod wpływem emisji huty miedzi*. Roczn. Glebozn. 37(4): 47–55.
- DROZD J., LICZNAR M., KOWALIŃSKI S. 1983. *Kształtowanie się niektórych właściwości gleb w warunkach oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez hutę miedzi Legnica*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 242: 707–713.
- GORLACH E., BRYDAK K., GAMBUŚ F. 1993. *Distributions of heavy metals in soil profiles of the Cracow region*. Pol. J. Soil Sci. XXVI(2): 97–104.
- GORLACH E., GAMBUŚ F. 1991. *The effect of liming adding peat and phosphorus fertilization on the uptake of heavy metals by plants*. Pol. J. Soil Sci. XXIV(2): 199–204.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.
- MOTOWICKA-TERELAK M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa*. IUNG Puławy, Ser. P 53: 20 ss.
- ROSZYK E., SZERSZEŃ L. 1994. *Skład chemiczny roślin uprawianych na terenach oddziaływania hut miedzi*. Cz. II. *Miedź i ołów*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Ser. Rolnictwo 254: 104–111.
- ROSZYK E., SZERSZEŃ L., KULCZYCKI G. 1994. *Skład chemiczny roślin uprawianych na terenach oddziaływania hut miedzi*. Cz. III. *Cynk, mangan i żelazo*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Ser. Rolnictwo 254: 93–101.

TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., BUDZYŃSKA K. 1995. Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 45–60.

Słowa kluczowe: emisje przemysłowe, właściwości gleb, mikroelementy, metale ciężkie, formy rozpuszczalne, zawartości toksyczne, przydatność paszowa i konsumpcyjna

Streszczenie

Badania przeprowadzono wokół kilku zakładów przemysłowych zlokalizowanych na terenie Dolnego Śląska. W glebach, których próbki pobrano z różnych odległości od tych zakładów, określono zawartość miedzi, cynku i manganu rozpuszczalnego w 1 mol HCl·dm⁻³ oraz te same pierwiastki w roślinach zebranych w miejscach pobrania próbek glebowych.

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość rozpuszczalnych form tych składników w glebie w wielu przypadkach zależna była od odległości od zakładu, ale również od rodzaju gleby i jej odczynu. Generalnie nie stwierdzono nadmiernych ilości badanych makroelementów w glebach.

Koncentracja miedzi, cynku i manganu w roślinach zależna była od ich zawartości w glebach, ale tylko niektóre z nich zawierały takie ich ilości, które pozwalały przeznaczyć je wyłącznie na cele przemysłowe. Pozostałe spełniały warunki przeznaczenia ich na paszę.

IMPACT OF SELECTED INDUSTRIAL WORKS ON THE CONTENT OF HEAVY METALS IN SOIL AND PLANTS

Grzegorz Kulczycki, Zofia Spiak

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Wrocław

Key words: industrial emission, characteristics of soil, microelements, heavy metals, soluble forms, toxic contents, usefulness for fodder and consumption

Summary

The study was carried out in the vicinity of few industrial plants located in Lower Silesia. In soils samples, taken from the sites at different distances from the factories, the contents of soluble in 1 mol HCl·dm⁻³ copper, zinc and manganese were determined. Also the contents of Cu, Zn, Mn were determined in plant samples, collected in the same sites as the soil samples.

Undertaken research showed, that the content of soluble forms of those elements in soil, in many cases depended on the distance from the factory, but also on the type of soil and its reaction. No excessive contents of examined macroelements were found.

The Cu, Zn, Mn concentrations in plants depended on the contents of

those elements in soil. Only few of them were in such high concentration, that the plants should be used for industrial purposes only. Remaining plants met the requirements for fodder.

Dr inż. Grzegorz **Kulczycki**
Katedra Chemii Rolniczej
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
50-357 WROCLAW
e-mail: kulcz@ozi.ar.wroc.pl