

ELIGIUSZ ROSZYK

ZAWARTOŚĆ WANADU, CHROMU, MANGANU, KOBALTU, NIKLU I MIEDZI W NIEKTÓRYCH GLEBACH DOLNEGO ŚLĄSKA WYTWORZONYCH Z GLIN PYLASTYCH I UTWORÓW PYŁOWYCH

CZEŚĆ I. OGÓLNA ZAWARTOŚĆ MIKROSKŁADNIKÓW

Katedra Chemii Rolnej WSR, Wrocław. Kierownik — prof. dr K. Boratyński

Spośród 6 badanych pierwiastków prace nad manganem, kobaltem i miedzią są dość liczne. Natomiast mało miejsca w skali światowej poświęcono trzem pozostałym mikrośladnikom: wanadowi, chromowi i niklowi. I chociaż zainteresowanie tymi pierwiastkami wzrosło na przestrzeni ostatnich kilku lat, to w dalszym ciągu nasze wiadomości o ich roli, znaczeniu i występowaniu w glebach są niewielkie.

Wanad uważany jest coraz częściej za składnik niezbędny dla roślin zielonych [1], szczególnie motylkowych. Przeprowadzone doświadczenia z nawożeniem wanadem [2, 12, 13, 14, 43] wykazały jego dodatni wpływ na wiązanie azotu przez rośliny motylkowe i na rozwój korzeni tych roślin. Wanad gromadzi się głównie w korzeniach; nawet pewien wzrost koncentracji tego pierwiastka w podłożu nie powoduje większego wzrostu jego ilości w częściach nadziemnych [13].

Według niektórych autorów [3, 6] w roślinach motylkowych wanad może częściowo zastąpić molibden jako specyficzny katalizator przy wiązaniu azotu. Inni autorzy dowodzą wpływu wanadu na lepsze wykorzystanie potasu i wzrost zawartości chlorofilu w roślinach [43], jak również na udział w niektórych procesach enzymatycznych winorośli i zwiększenie ogólnej ilości cukru w jagodach [11].

Większość autorów [7, 13, 54, 61] zgodna jest co do tego, że małe ilości wanadu spełniają w roślinach rolę stymulującą, duże natomiast są toksyczne; przy tym bardziej toksyczny dla roślin jest wanad podany w formie kationu niż anionu [12].

Głównym źródłem wanadu dla roślin są gleby. W pierwotnych magmowych środowiskach geochemicznych ma on charakter pierwiastka rozproszonego, przy czym stosunkowo najbardziej rozpowszechniony jest w różnych minerałach skałotwórczych, bogatych w Fe_2O_3 [67]. W glebach wanad występuje w postaci wanadynianów wapnia, ołowiu, manganu, potasu i żelaza oraz w połączeniach glino-krzemianowych [7].

Z nielicznych do tej pory badań nad występowaniem wanadu w glebach wynika, że zawartość jego może się wahać w granicach od 11 ppm [45] do ponad 200 ppm [59]. Średnio w dużej ilości zbadanych próbek gleb fińskich [66] zawartość ogólna tego mikroskładnika wynosi 183 ppm. W glebach mineralnych europejskiej części ZSRR przyjęto za średnią zawartość 100 ppm [24].

Chrom nie należy do mikroskładników uznanych za niezbędne dla roślin. Tym niemniej w całym szeregu doświadczeń [15, 20, 36, 42, 49, 65] wykazano, że w niewielkich koncentracjach wpływa korzystnie na wzrost roślin. Niektórzy autorzy [22, 50, 53, 65] zwracają uwagę, że o ile trudno rozpuszczalne połączenia chromu wywierały korzystne działanie, o tyle takie same dawki połączeń łatwo rozpuszczalnych powodowały uszkodzenia roślin. Brak jest zgodności wśród autorów na temat zagadnienia toksyczności niektórych połączeń chromu: chromianów, dwuchromianów, siarczanu chromu i innych. Przy wzrastających dawkach chromu stwierdzono intensywniejsze pobieranie jego przez rośliny [15].

W przeprowadzonych doświadczeniach wazonowych [31] nawet przy stosunkowo wysokich dawkach chromu, dochodzących do 550 ppm, podanych w postaci związków trudno rozpuszczalnych, nie stwierdzono jego szkodliwego działania na rośliny. Jedynie rozpuszczalne połączenia chromu, według jednych autorów w ilości 50 ppm [65], według innych — w ilości 30 ppm [4] wywierają swój ujemny wpływ na rośliny. Rola fizjologiczna chromu nie została dotychczas dokładnie zbadana.

Chrom należy do pierwiastków dających szczególnie dużo połączeń chemicznych. W niedużych koncentracjach może wchodzić w skład krzemianów skałotwórczych jak pirokseny, amfibole i inne.

Zawartość chromu w glebach mineralnych, zdaniem niektórych autorów [59], może się wahać od 5 do 20 ppm. Większe jego ilości towarzyszą połączeniom żelaza i manganu w glebach [24]. Jak wykazały dotychczas przeprowadzone badania, najczęściej spotykane koncentracje w glebach mineralnych leżą w granicach od 20 do 100 ppm [37, 59, 66, 67].

Nikiel spełnia prawdopodobnie w roślinach rolę aktywatora niektórych enzymów [26], wpływa regulująco na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny oraz na tworzenie witaminy P [29]. Niektórzy przypisują mu dodatni wpływ na biosyntezę chlorofilu A i B [63].

W większych dawkach nikiel jest bardzo silnie toksyczny powodując

nekrozę tkanek oraz obniżenie poziomu żelaza w roślinach [26]. W niektórych doświadczeniach [52] wykazano natomiast, że małe ilości niklu wywierają korzystny wpływ na rozwój roślin.

Nikiel (spokrewniany geochemicznie z kobaltem i żelazem) jest pierwiastkiem wybitnie syderofilnym. W glebach często towarzyszy magnezowi, tworzy minerały wtórne w połączeniu z siarką i arsenem. Często obecny jest również w minerałach wtórnych: montmorylonicie i nontrońnicie.

Z badań szeregu autorów wynika [10, 26, 29], że zawartość niklu w glebach może się wahać w szerokich granicach od poniżej 1 ppm do powyżej 500 ppm w glebach wytworzonych z serpentynu [59]. Przeciętna, najczęściej spotykana zawartość w glebach, według danych różnych autorów, wynosi ok. 20 ppm [37, 51, 59].

W polskiej literaturze rolniczej niewiele jest publikacji naukowych dotyczących ogólnej zawartości mikroskładników w glebach, stosowanie bowiem w tym przypadku stężonych kwasów nie daje zadowalających rezultatów. Poza tym nie podjęto dotychczas w Polsce badań nad określeniem zawartości w glebach wanadu i chromu.

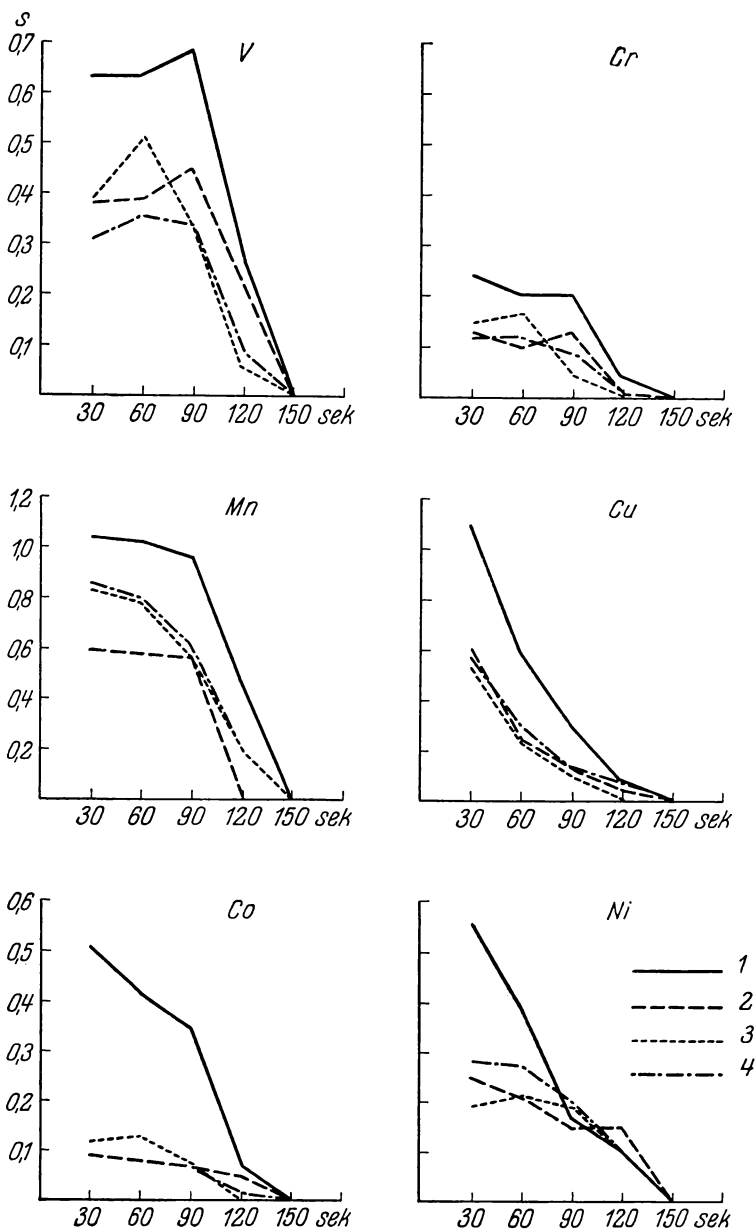
Ten stan rzeczy dał asumpt do podjęcia badań nad zawartością wanadu, chromu, manganu, kobaltu, niklu i miedzi w niektórych glebach z terenu Dolnego Śląska, zbliżonych do siebie pod względem składu mechanicznego, przy zastosowaniu metodyki spektrografii emisyjnej, pozwalającej na ilościowe oznaczanie tych pierwiastków. Oprócz tego postanowiono zbadać wzajemne zależności między zawartością mikroskładników a innymi własnościami gleb.

METODYKA OZNACZANIA MIKROSKŁADNIKÓW

Obecnie powszechnie stosowanymi metodami w oznaczeniach ogólnej zawartości bądź form rozpuszczalnych mikroskładników w glebach w większości laboratoriów chemiczno-rolniczych są metody kolorymetryczne. Obok wielu zalet (duża czułość i powtarzalność metody, stosunkowo niski koszt aparatury), częstokroć wymagają one dużych ilości kosztownych odczynników i są bardzo pracochłonne.

Stąd w wielu laboratoriach prowadzone są badania nad zastosowaniem innych, bardziej ekonomicznych metod ilościowego oznaczania mikroskładników w glebach. Wśród nich coraz częściej stosowana jest metoda spektrografii emisyjnej [21, 23, 39, 40, 45, 55, 56, 57, 58, 59, 66, 67, 10, 16, 17, 27, 28, 29, 48, 51].

Dzięki mniejszej pracochłonności przygotowywania próbek, szybkości wykonywania oznaczeń, możliwości oznaczania w tej samej próbce jedno-



Rys. 1. Krzywe wyparowania V, Cr, Mn, Cu, Co i Ni z wzorca nr II i próbek glebowych

1 — wzorzec, 2 — gleba nr 12, 3 — gleba nr 75, 4 — gleba nr 93

Curve of V, Cr, Mn, Cu, Co and Ni evaporation from No. II standard and soil samples

1 — standard, 2 — soil No. 12, 3 — soil No. 75, 4 — soil No. 93

częśnie kilku pierwiastków, metody spektrograficzne znajdują coraz szersze zastosowanie w analizach gleb i roślin.

Z krajów europejskich na skalę masową w badaniach rolniczych metody spektrograficzne zostały wprowadzone w Szkocji (The Macaulay Institut for Soil Research) i Finlandii (Maatalouden Tutkimuskeskus).

W naszych badaniach próbki glebowe po wysuszeniu i rozdrobnieniu w moździerz agatowym przesiewano przez perlonowe sito o średnicy oczek 1 mm, oddzielając widoczne części organiczne (korzenie, liście itd.). Następnie po wymieszaniu gleby w słoikach pobierano próbki średnie o wadze ok. 10 g do kwarcowych tygli i spalano w 450°C w czasie 10 godz., pozostawiając je w piecu na dalsze 10 godz. aż do ostygnięcia. Próbki po prażeniu powtórnie bardzo dokładnie rozcierano w moździerz agatowym (próba na zewnętrznej stronie dłoni) i mieszano w próbkach. Tak przygotowanym materiałem glebowym napełniano elektrody węglowe poddając następnie wzbudzeniu w łuku elektrycznym. W badaniach tych pominięto domieszkę węgla do próbek glebowych, co polecają niektórzy autorzy [33, 40], ponieważ w warunkach stosowanego wzbudzenia palenie łuku było stabilne.

Do oznaczeń używano elektrod węglowych produkcji FOCh-Gliwice, o średnicy 5 mm. Koniec górnej elektrody był ścięty w kształcie stożka ze spiłowanym końcem do średnicy 1 mm, a elektroda dolna miała krater o średnicy 2 mm i głębokości 3 mm.

Oznaczenia wykonano na spektrografie Q-24 z optyką kwarcową. Próbki wzbudzano w łuku prądu zmiennego, aktywowanego iskrą o natężeniu 12 A przez 2,5 min, do całkowitego wyparowania (rys. 1). Przerwa analityczna wynosiła 2,5 mm, szerokość szczeliny 0,010 mm.

Widmo rejestrowano na kliszach Agfa Balu Extra Hart, do obróbki klisz stosowano wywoływacz metolohydrochinonowy i utrwalacz zwykły.

Zawartość mikroskładników w badanych próbkach obliczono z wykresów zależności zaczernienia linii S od logarytmu koncentracji C porównując je z intensywnością linii wzorców.

Podłoże do sporządzenia wzorców przygotowano ze spektralnie czystych substancji w oparciu o przeciętną zawartość makroskładników w glebach klimatu umiarkowanego [51], a mianowicie:

75% SiO₂ — 50% w postaci tlenku krzemowego, 50% w postaci kwarcu,

15% Al₂O₃ — w postaci tlenku glinowego,

5% Fe₂O₃ — w postaci tlenku żelazowego,

1,5% CaO — w postaci tlenku wapniowego,

1% MgO — w postaci tlenku magnezowego,

1,5% K₂O — w postaci bezwodnego węglanu potasowego,

1% Na₂O — w postaci krystalicznego węglanu sodowego.

Po roztarciu, wyprażeniu w 450°C i wymieszaniu podłoże skontrolowano za pomocą metody spektrograficznej na równomierność wymieszania oraz na zawartość ewentualnych zanieczyszczeń. Do 20 g tak sporządzonego podłoża wnoszono określone ilości mikroskładników w postaci roztworów, w ilościach podanych w tab. 1. Aby uniknąć osadzania soli

T a b e l a 1

Roztwory wzorcowe mikroskładników
Standard solutions of microelements

Mikroskładnik Micro-element	Zawartość mg/ml roztworu Content in mg/ml of solution	Forma mikroskładnika Microelement form	Rozpuszczalnik Solvent	Ilość ml wniesio- na do 20 g podłoża Quantity in mg introduced into base
V	1,0	metawanadnian amonowy ammonium metavanadate	woda z dodatkiem 20 ml kwasu azotowego w 1 l water with an addition of 20 ml of nitric acid in 1 l	6
Cr	1,0	chrom metaliczny metallic chromium	rozcieńczony kwas solny i siarkowy - przy ogrzewaniu diluted hydrochloric and sul- phuric acids, at heating	6
Mn	10,0	mangan metaliczny metallic manganese	kwas azotowy 1:1 nitric acid 1:1	10
Co	0,1	kobalt metaliczny /nieza- wierający niklu/ metallic cobalt /without any nickel content/	kwas azotowy 1:1 nitric acid 1:1	20
Ni	0,1	nikiel metaliczny /nieza- wierający kobaltu/ metallic nickel /without any cobalt content/	kwas azotowy 1:1 nitric acid 1:1	20
Cu	0,1	miedź elektrolityczna electrolytical copper	kwas azotowy 1:1 nitric acid 1:1	20

z roztworów na ściankach parownicy, nanoszono je małymi porcjami odparowując każdorazowo do sucha.

Po naniesieniu i odparowaniu badanych mikroskładników mieszaninę wzorcową prażono w temperaturze 450°C i po roztarciu i wymieszaniu kontrolowano jej jednorodność przez wzbudzenie w elektrodach węglowych. Kontrolę tę przeprowadzano w kilku powtórzeniach pobierając próbki z różnych partii wzorca. Takie samo zaczerwienie linii charakterystycznych badanych pierwiastków świadczyło o dobrym wymieszaniu wzorca.

Mieszaninę wzorcową rozcieńczano następnie czystym podłożem w stosunku 1 : 2 : 4 : 8 uzyskując w ten sposób malejące zawartości badanych mikroskładników w poszczególnych próbkach wzorcowych. Próbkę zerową stanowiło czyste podłoże bez dodatku mikroskładników (tab. 2).

Zaczerwienie charakterystycznych linii poszczególnych pierwiastków (tab. 3) mierzono na mikrofotometrze typu MF-2. Na każdej płycie foto-

T a b e l a 2

Zawartość mikrośladowek w proszkach wzorcowych
w ppm
Microelement content in standard powders
in ppm

Mikrośladowka Microelement	I	II	III	IV	\sqrt{x}
V	300	150	75	37	-
Cr	300	150	75	37	-
Mn	5000	2500	1250	625	-
Co	100	50	25	12,5	-
Ni	100	50	25	12,5	-
Cu	100	50	25	12,5	-

x / czyste podłoże bez dodatków mikrośladowek
pure base without microelement addition

T a b e l a 3

Linie spektralne i odchylenia standardowe wyników
/n = 9/
Spectral lines and standard deviations of results
/n = 9/

Mikrośladowka Microelement	Długość linii Analytic line	Średnia wartość ppm dla której obliczono odchylenie Mean ppm value, for which the deviation was computed	Odchylenie standardowe w % Standard deviation in %
V	3185,39	60	± 11,6
Cr	3014,76	75	± 7,4
Mn	2949,20	500	± 9,6
Co	3453,51	12	± 9,2
Ni	3414,76	20	± 13,8
Cu	3273,76	30	± 5,4

graficznej umieszczano widmo skali wzorców i badanych próbek glebowych w trzykrotnym powtórzeniu.

Obliczone odchylenia standardowe [60] podano w tab. 3.

BADANY MATERIAŁ

Przedmiotem badań były utwory pyłowe i pylaste, które zajmują ok. 13,3% ogólnej powierzchni gleb województwa wrocławskiego [30]. Występują one głównie w nizinnym i wyżynnym regionie fizjograficzno-

glebowym. Dominującymi glebami obu tych regionów są gleby bielice i brunatne, a w regionie nizinnym również czarne ziemie. Duże obszary gleb pyłowych i pylastych, wchodzące w kompleks gleb pszenno-buraczanych, stanowią najlepsze gleby Dolnego Śląska.

Próbki do badań pobrano z terenów o największym zagęszczeniu wymienionych trzech typów glebowych, na utworach pyłowych i pylastych, z kompleksów usytuowanych na południe od Wrocławia, na terenie powiatów: Oława, Strzelin, Ząbkowice, Dzierżonów, Świdnica i Wrocław. Ogółem pobrano 94 próbki wyłącznie z warstw powierzchniowych pól uprawnych oraz po 3 reprezentatywne profile z każdego typu glebowego.

Pod względem typologicznym pobrane próbki powierzchniowe pochodziły: po 31 z czarnych ziem i gleb brunatnych i 32 z gleb bielicowych.

OPIS PROFILÓW GLEBOWYCH

Cz a r n e z i e m i e. Profil 1, Krajków, pow. wrocławski:

- A_1 0–50 cm — poziom próchniczny: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy czarnej, struktura gruzelkowata, przejście do następnego poziomu zaciekami;
- A_1/C 50–70 cm — poziom przejściowy: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy żółtej z licznymi ciemnymi plamami (nacieki próchnicy), burzy silnie z HCl, przejście do następnego poziomu stopniowe;
- C 70–85 cm — skała macierzysta: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy żółtej, na styku z podłożem podścielającym liczne otoczki oraz pojedyncze kongregacje $CaCO_3$, przejście do następnego poziomu wyraźne;
- D 85–150 cm — podłoże podścielające: utwór pyłowo-ilasty w stanie świeżym barwy intensywnie żółtej z pojedynczymi naciekami i kongregacjami $CaCO_3$, poniżej głębokości 100 cm ślady oglejenia.

Profile nr 2 z Borka Strzelińskiego, pow. strzeliński, i nr 3 z Magnic, pow. wrocławski wyglądają podobnie jak profil 1. Jednakże w poziomie C począwszy od głębokości 75 cm stwierdzono w obu profilach sinopielate plamy oglejenia.

G l e b y b r u n a t n e. Profil 4, Przerzeczyn Zdrój, pow. dzierżonowski:

- A 0–30 cm — poziom próchniczny: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy szarobrunatnej, przejście do następnego poziomu wyraźne;

B 30–75 cm — poziom brunatnienia: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy brunatnożółtej, przejście do następnego poziomu stopniowe;

C 75–150 cm — skała macierzysta: utwór pyłowo-ilasty, w stanie niezbyt wilgotnym barwy żółtej z odcieniem brunatnym.

Profile nr 5 z Henrykowa, pow. ząbkowicki, i nr 6 z Mieszkowic, pow. dzierzoniowski, wyglądają podobnie jak profil 4.

Gleby bielice. Profil 7, Marcinowice, pow. świdnicki:

A 0–25 cm — poziom próchniczny: utwór pyłowo-ilasty, barwy szarej w stanie świeżym, przejście do następnego poziomu stopniowe;

A₂ 25–40 cm — poziom wymywania: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy jasnoszarej, przejście do następnego poziomu ostre;

B 40–60 cm — poziom osadzania: utwór pyłowo-ilasty, w stanie świeżym barwy żółtobrunatnej z licznymi drobnymi szarymi plamkami, przejście do następnego poziomu stopniowe;

C 60–100 cm — skała macierzysta: w stanie świeżym barwy żółtobrunatnej, pojedyncze żyłki żelaziste, od 95 cm w głąb warstwa licznych kwarcowych otoczków.

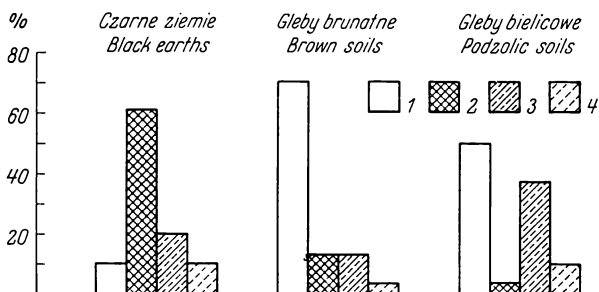
Profile nr 8 z Ząbkowic, pow. ząbkowicki, i nr 9 z Dzierżoniowa, pow. dzierzoniowski, wyglądają podobnie jak profil nr 7.

CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU GLEBOWEGO

W celu bliższego scharakteryzowania materiału glebowego wykonano we wszystkich próbkach następujące oznaczenia: składu mechanicznego metodą Bouyoucosa w modyfikacji Cassagrande i Pruszyńskiego, pH w n KCl, sorpcji roztworem błękitu metylenowego = BM, węgla organicznego kolorymetrycznie metodą Springera i Klee, węglanów metodą Scheiblera oraz zawartości potasu i fosforu metodą Egnera.

Pod względem składu mechanicznego 44% ogólnej ilości badanych gleb stanowiły utwory pyłowo-ilaste, 20% — gliny ciężkie pylaste, 23% — gliny średnie pylaste, a 7% — gliny lekkie pylaste (rys. 2).

W próbkach powierzchniowych średnie wartości pH, wielkości sorpcji BM w m.e. oraz zawartości części spławialnych i C organicznego maleją w szeregu: czarne ziemie → gleby brunatne → gleby bielice (tab. 4). Stosunkowo najwięcej przyswajalnych form potasu stwierdzono w glebach bielicowych, fosforu natomiast w czarnych ziemiach. Najuboższe w potas i fosfor były gleby brunatne.



Rys. 2. Procentowy udział grup mechanicznych w poszczególnych typach gleb
1 — utwory pyłowo-łilaste, 2 — gliny ciężkie pyłaste, 3 — gliny średnie pyłaste, 4 — gliny lekkie pyłaste

Percentual participation of mechanical groups in individual soil types

1 — silty-clay formations, 2 — haevy silty loams, 3 — medium silty loams, 4 — light silty loams

T a b e l a 4

Odczyn, wielkość sorpcji /BM/ oraz zawartość części spławialnych, węgla organicznego i przyswajalnych form potasu i fosforu w próbkach powierzchniowych badanych gleb /wartości średnie i wahania/

Reaction, sorption value /BM/ and content of clay particles, organic carbon and available phosphorus and potassium forms in superficial samples of the soils investigated /mean values and fluctuations/

Typy glebowe Soil type	Ilość próbek Number of samples	pH/nKCl/	Sorpcja BM w m.e. BM sorption in m.e.	Części spławialne Clay particles %	C org. Organic C %	K ₂ O	P ₂ O ₅
						mg/100 g	
Czarne ziemie Black earths	31	6,9 /6,2-7,2/	9,6 /8,9-9,7/	50 /26-61/	1,79 /1,15-2,43/	8,7 /3,0-31,0/	13,6 /2,4-25,0/
Gleby brunatne Brown soils	31	6,5 /4,6-7,0/	9,1 /7,3-9,7/	48 /26-60/	1,11 /0,58-1,72/	7,0 /2,5-18,5/	9,5 /1,6-25,0/
Gleby bielcowe Podzolic soils	32	6,2 /4,4-7,2/	7,9 /4,0-9,4/	44 /29-53/	1,09 /0,72-1,69/	10,1 /2,5-31,0/	10,6 /0,4-25,0/

W profilach glebowych (tab. 5) średnie wartości pH i zawartość części spławialnych oraz wartości BM w czarnych ziemiach i glebach brunatnych wykazują niewielką zmienność w poszczególnych poziomach. W glebach bielcowych natomiast średnie wartości BM w poziomie III i IV są wyraźnie wyższe w porównaniu z poziomami I i II. Średnia zawartość substancji organicznej w poziomie I wszystkich badanych gleb jest wyraźnie wyższa niż w poziomie II. Najwięcej przyswajalnych form potasu i fosforu stwierdzono w poziomie I wszystkich typów glebowych. Poziomy głębiej położone są uboższe w te połączenia, przy czym systematyczny spadek zawartości potasu i fosforu obserwuje się w profilach gleb bielcowych, a fosforu również i w czarnych ziemiach.

Tabela 5

Odczyn, wielkość sorpcji /BM/ oraz zawartość części spławialnych, węgla organicznego i przyswajalnych form potasu i fosforu w poziomach genetycznych badanych gleb /wartości średnie i wahania/

Reaction, sorption value /BM/ and content of clay particles, organic carbon, available phosphorus and potassium content in genetic horizon of the soils investigated /mean values and fluctuations/

Typy glebowe Soil type	Ilość próbek Number of samples	Sorpcja BM w m.e. BM sorption in m.e.	Części spławialne Clay particles %	C org. Organic C %	K ₂ O	P ₂ O ₅
					mg/100 g gleby - soil	
Czarne ziemie - Black earths						
A /3-15 cm/	7,1 /7,0-7,2/	9,7 /9,6-9,7/	55 /51-58/	1,91 /1,51-2,20/	6,7 /5,5-8,0/	16,9 /11,7-25,0/
A /20-40 cm/	7,1 /6,9-7,3/	9,7 /9,6-9,7/	59 /53-66/	1,59 /1,25-1,84/	1,3 /0,0-3,0/	6,0 /0,0-15,0/
A/C /50-80 cm/	7,1 /7,0-7,3/	9,3 /8,8-9,7/	56 /54-58/	n.o.	0,8 /0,0-2,5/	0,4 /0,0-1,3/
C /75-110 cm/	7,1 /7,0-7,1/	8,4 /7,4-9,7/	62 /43-92/	n.o.	1,2 /0,0-3,5/	0,0
Gleby brunatne - Brown soils						
A ₁ /3-15 cm/	6,6 /6,3-7,0/	9,4 /8,9-9,7/	48 /39-60/	1,10 /1,05-1,19/	5,5 /5,6-6,0/	18,6 /5,8-25,0/
B /30-50 cm/	6,7 /6,6-6,9/	9,6 /9,5-9,7/	56 /45-70/	0,29 /0,22-0,41/	2,5 /0,5-5,5/	9,0 /0,0-25,0/
C /80-95 cm/	7,0 /7,0-7,1/	9,6 /9,5-9,7/	54 /50-61/	n.o.	4,1 /3,5-5,0/	9,0 /4,0-19,0/
C /120-150 cm/	7,0 /6,7-7,2/	9,2 /9,1-9,3/	48 /46-51/	n.o.	4,0 /3,5-5,0/	7,3 /4,2-12,0/
Gleby biellicowe - Podzolic soils						
A ₁ /3-15 cm/	6,2 /5,4-6,7/	7,8 /5,5-9,6/	43 /40-47/	1,20 /0,93-1,47/	8,0 /4,5-14,5/	10,0 /0,4-25,0/
A ₂ /20-30 cm/	6,5 /6,2-6,8/	7,5 /5,5-9,7/	50 /44-56/	0,49 /0,32-0,76/	6,3 /1,5-12,5/	5,1 /0,0-9,7/
B /45-60 cm/	6,5 /6,4-6,8/	8,3 /6,2-9,7/	45 /29-53/	n.o.	4,5 /2,0-6,5/	1,3 /0,0-3,8/
C /70-100 cm/	6,4 /6,0-6,9/	9,7 / 9,7 /	41 /27-49/	n.o.	4,1 /4,0-6,5	0,9 /0,0-2,2/

Rozpatrując wartości średnie w poszczególnych typach glebowych stwierdza się nieco niższe pH i sorpcję BM (z wyjątkiem poziomu IV) oraz niższą zawartość części spławialnych w poszczególnych poziomach gleb biellicowych w porównaniu z czarnymi ziemiami i glebami brunatnymi.

Spośród wszystkich zbadanych próbek powierzchniowych jedynie w 18 próbkach czarnych ziem stwierdzono obecność węglanów. Z tego 12 gleb zawierało śladowe ilości CaCO_3 , a pozostałe 6 gleb od 0,1 do 1,4% CaCO_3 .

Połączenia węglanowe były obecne we wszystkich poziomach badanych profilów czarnych ziem (z wyjątkiem poziomu I i II w profilu 3), jak również w poziomie C dwóch profilów gleb brunatnych.

Ogólnie stosowanymi metodami oznaczano również w badanych glebach przyswajalne formy miedzi, manganu, molibdenu oraz cynku metodą Jacksona. Omówienie wyników podano we wcześniejszej pracy [5].

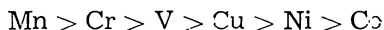
WYNIKI BADAŃ

PRÓBKİ POWIERZCHNIOWE

Najzasobniejsze w wanad i miedź spośród zbadanych gleb okazały się czarne ziemie (tab. 6). Średnia zawartość tych mikrośladników wyraźnie i stopniowo obniża się w szeregu czarne ziemie → gleby brunatne → gleby biellicowe. Analiza matematyczna wykazała, że różnice średnich zawartości miedzi są istotne w odniesieniu do wszystkich typów glebowych, natomiast średnie zawartości wanadu wyłącznie dla czarnych ziem.

Średnia zawartości chromu w czarnych ziemiach i glebach brunatnych jest nieco większa niż w glebach biellicowych, są to jednak różnice nieistotne. Wartości średnie uzyskane dla manganu, kobaltu i niklu w zasadzie nie wykazują wahań w obrębie poszczególnych typów glebowych.

Dla wszystkich badanych próbek powierzchniowych średnia zawartość oznaczanych mikrośladników układa się w szeregu:



i wynosi dla manganu — 530 ppm, chromu — 55 ppm, wanadu — 46 ppm, miedzi — 25 ppm, niklu — 15 ppm i kobaltu — 9 ppm.

Podobny układ zawartości wymienionych mikrośladników uzyskali w swych badaniach również inni autorzy [21, 66, 67] z tą tylko różnicą, że średnio w badanych przez nich glebach stwierdzili więcej niklu niż miedzi.

Spośród badanych mikrośladników w warstwie powierzchniowej

T a b e l a 6

Ogólna zawartość mikrośkładników w warstwie powierzchniowej badanych gleb w ppm
/wartości średnie i wahania/
Total microelement content in surface layer of the soils investigated, in ppm
/mean values and fluctuations/

Typy glebowe Soil types	Liczba próbek Number of samples	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
Czarne ziemie Black earths	31	50 /28-76/	57 /27-100/	520 /220-890/	9 /6-13/	15 /9-21/	32 /20-43/
Gleby brunatne Brown soils	31	47 /31-70/	58 /35-81/	540 /320-810/	9 /7-13/	17 /10-25/	24 /16-31/
Gleby biellicowe Podzolic soils	32	41 /26-66/	51 /30-91/	540 /320-910/	10 /6-11/	14 /8-35/	21 /12-34/
Średnio - Mean		46 /26-76/	55 /27-100/	530 /220-910/	9 /6-13/	15 /8-35/	25 /12-43/

największe wahania stwierdzono w zawartości chromu, manganu, niklu i miedzi, nieco mniejsze w zawartości wanadu, a najmniejsze kobaltu (tab. 6).

Dla wanadu najczęściej spotykane wartości w czarnych ziemiach i glebach brunatnych występowały w granicach od 40 do 55 ppm (odpowiednio 51 i 64% próbek), a w glebach biellicowych od 32 do 45 ppm (69% próbek).

Dla chromu najczęściej spotykane zawartości stwierdzono w granicach 45-65 ppm, przy czym we wszystkich typach glebowych w przedziale tym mieści się średnio 50% badanych próbek (rys. 3).

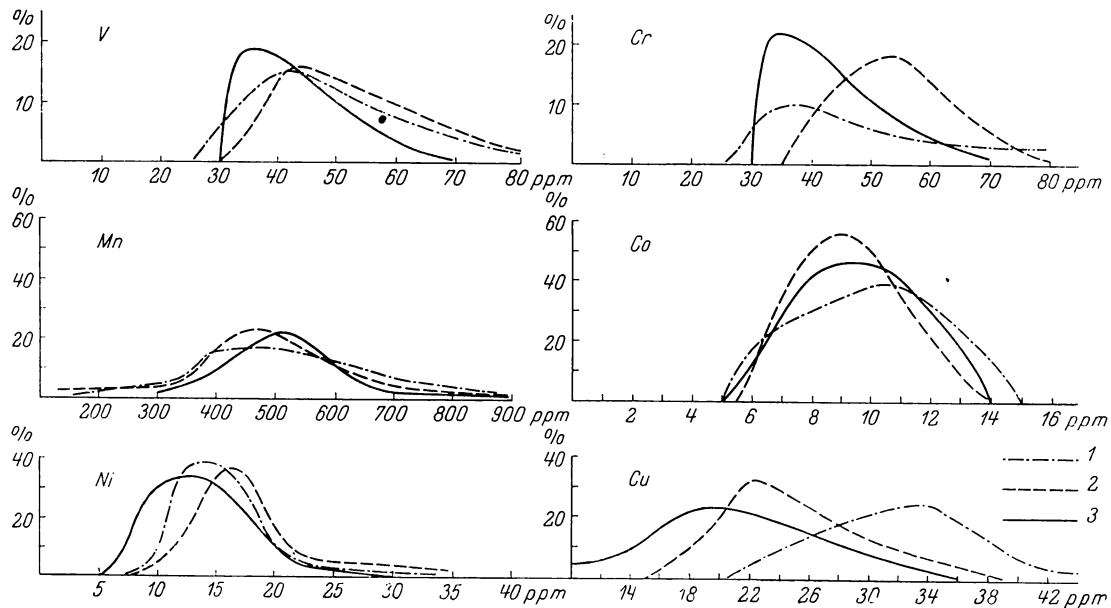
Powyżej 60% próbek czarnych ziem i gleb brunatnych zawiera mangan w granicach od 350 do 600 ppm, a w glebach biellicowych w tym samym interwale występuje 72% ogólnej ilości próbek.

W większości badanych gleb (gleby brunatne i biellicowe po 84%, a czarne ziemie 71% ogólnej ilości próbek) zawartość kobaltu waha się w granicach od 7 do 12 ppm.

Najczęściej spotykane zawartości niklu oscylowały w granicach 10-20 ppm (czarne ziemie 87%, gleby brunatne 68%, gleby biellicowe 77% próbek).

Średnio w ok. 70% zbadanych próbek wszystkich typów glebowych najczęściej spotykane zawartości miedzi mieściły się w granicach 25-35 ppm (rys. 3).

Geochemiczne pokrewieństwo niektórych mikrośkładników wiąże się często z podobieństwem ilościowego rozmieszczenia w glebach [27, 46]. W badaniach własnych stwierdzono w większości przypadków, że w miarę



Rys. 3. Częstość występowania określonych zawartości ogólnych form wanadu, chromu, manganu, kobaltu, niklu i miedzi w poszczególnych typach gleb

1 — czarne ziemie, 2 — gleby brunatne, 3 — gleby biellicowe

Occurrence frequency of defined contents of total vanadium, chromium, manganese, cobalt, nickel and copper forms in individual soil types

1 — black earths, 2 — brown soils, 3 — podzolic soils

T a b e l a 7

Współczynniki korelacji dla zależności występowania mikrośladników
w wierzchnich warstwach badanych gleb
Correlation coefficients for dependence of microelement occurrence in
surface layer of the soils investigated

Mikrośladniki - Microelements	r	$r \sqrt{n-1}$
wanad : chrom - vanadium : chromium	0,63	6,1
wanad : mangan - vanadium : manganese	0,37	3,6
wanad : kobalt - vanadium : cobalt	0,56	5,4
wanad : nikiel - vanadium : nickel	0,34	3,8
wanad : miedź - vanadium : copper	0,58	5,7
chrom : kobalt - chromium : cobalt	0,35	3,4
chrom : nikiel - chromium : nickel	0,62	5,9
mangan : nikiel - manganese : nickel	0,35	3,4
kobalt : miedź - cobalt : copper	0,55	5,3
nikiel : miedź - nickel : copper	0,37	3,6

wzrostu zawartości jednego pierwiastka wzrasta zawartość drugiego (tab. 7). Zależności tej nie stwierdzono jedynie między manganem a chromem, kobaltem oraz miedzią, chromem i miedzią. Nie stwierdzono również zależności w występowaniu kobaltu i niklu, o której wspominają w swych pracach niektórzy autorzy [27]. W poszczególnych typach glebowych stosunek Ca do Ni nie wykazuje większych różnic (w czarnych ziemiach 0,63, w glebach brunatnych — 0,58, w glebach bielcowych — 0,64) i zbliżony jest do wartości uzyskanych przez innych autorów.

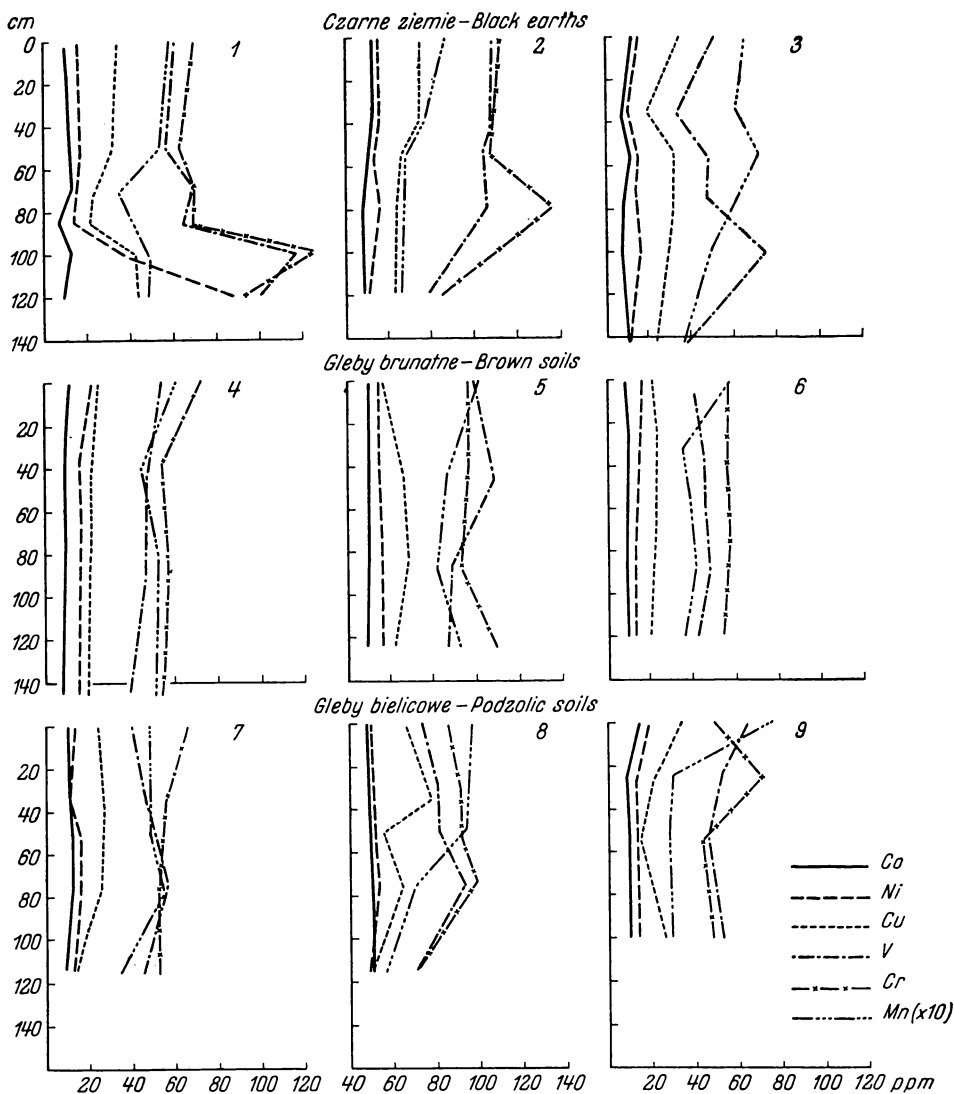
PRÓBKI PROFILOWE

W badanych profilach glebowych analiza zawartości mikrośladników wykazała (tab. 8) wyższą akumulację manganu w poziomach I wszystkich typów glebowych, jak również w poziomie II czarnych ziem. Poziomy głębiej położone są średnio uboższe w mangan, przy czym spadek średniej zawartości najsystematyczniej występuje w glebach bielcowych.

Nieco wyższą średnią zawartość wanadu i chromu stwierdzono w poziomie IV czarnych ziem. W profilach gleb bielcowych dane analityczne wskazują na niewielkie zubożenie poziomu III w połączenia miedzi. Poza tymi wyjątkami średnie zawartości wanadu, chromu, kobaltu, niklu i miedzi nie wykazują różnic w poszczególnych poziomach w obrębie poszczególnych typów gleby.

Zawartość mikroskładników w poziomach genetycznych badanych gleb w ppm
/wartości średnie/
Microelement content in genetic horizons of the soils investigated, in ppm
/mean values/

Poziom Horizon	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
Czarne ziemie - Black earths						
A /3-15 cm/	58	65	550	10	14	33
A /20-40 cm/	58	63	520	10	14	31
A/C /50-80 cm/	60	62	410	11	15	27
C /75-110 cm/	76	76	410	9	21	30
Gleby brunatne - Brown soils						
A ₁ /3-15 cm/	51	61	580	10	17	20
B /30-50 cm/	53	54	410	9	14	24
C /80-95 cm/	45	55	450	9	16	24
C /120-150 cm/	42	57	460	9	14	20
Gleby biellicowe - Podzolic soils						
A ₁ /3-15 cm/	46	53	580	10	13	27
A ₂ /20-30 cm/	46	59	440	9	11	28
B /45-60 cm/	46	50	420	10	12	18
C /70-100 cm/	53	53	380	10	15	24



Rys. 4. Zawartość mikroelementów w profilach glebowych

Mikroelement content in soil profiles

Stosunkowo największym wahaniom podlegają zawartości badanych mikrośkładników w poszczególnych poziomach genetycznych czarnych ziem, natomiast najmniejszym w glebach brunatnych (rys. 4). Nie stwierdzono żadnych prawidłowości w rozmieszczeniu mikrośkładników w poziomach genetycznych poszczególnych profilów w ramach tego samego typu glebowego.

DYSKUSJA

Zawartość mikroskładników w glebie uzależniona jest od szeregu czynników. Swein i Mitchell [59] Kabata-Pendias [27], Györi [18], Sillanpää [57] i wielu innych autorów [32, 62] przypisuje zasadnicze znaczenie w rozmieszczeniu powierzchniowym i profilowym mikroskładników ich zawartości w skale macierzystej.

W oparciu o obszerny materiał analityczny Oertel [41] wykazał jednak, że nie zawsze zachodzi prosta zależność między koncentracją mikroskładników w glebach i skałą macierzystą. Niemalży bowiem wpływ na ich rozmieszczenie w glebach mają procesy glebotwórcze i procesy wietrzenia, dzięki którym zawartość szeregu pierwiastków może być wyraźnie niższa lub wyższa w porównaniu z zawartością w skale macierzystej. Podobne obserwacje poczynili również Chochłowa [8], Wright [64] oraz inni [32, 44]. Stąd wniosek, że różnice w zawartości w glebie i skale macierzystej mogą być tym większe, im dalej posunięty jest proces wietrzenia i im bardziej pod względem typologicznym wykształcona jest dana gleba [62].

W badaniach własnych pomimo pewnych różnic nie stwierdzono udowodnionej matematycznie zależności pomiędzy zawartością mikroskładników w poszczególnych typach gleb.

Być może wpływ czynników, o których była mowa poprzednio, jest maskowany w badanych glebach przez substancję organiczną. Jak wykazały badania Zyrina i współpracowników [67] oraz innych autorów [19, 24, 34, 47, 57] na koncentrację mikroskładników wpływa również powstawanie kompleksowych związków organiczno-mineralnych oraz procesy kumulacji biologicznej, co ma miejsce szczególnie w poziomie próchnicznym. Według Sillanpää [57] i Vourinena [66] do 10% zawartości substancji organicznej wzrasta zawartość manganu, cynku, niklu i kobaltu w glebach, a po przekroczeniu tej wartości wyraźnie spada. Trzeba jednak nadmienić, że na temat kumulacji różnych pierwiastków w poziomie próchnicznym brak w literaturze zgodności poglądów. Wielu autorów w swych pracach wykazuje wprawdzie w niektórych typach gleb wyższą zawartość miedzi, kobaltu i niklu w poziomie akumulacyjnym, są jednak i takie prace, w których stwierdzono wyższą zawartość w poziomach głębiej położonych [16, 29, 51, 54, 67].

Autor nie znalazł prawidłowości w rozmieszczeniu badanych mikroskładników (z wyjątkiem manganu) w poziomach genetycznych poszczególnych typów glebowych (rys. 4). Stwierdzono jedynie wyższą akumulację manganu w poziomie próchnicznym wszystkich typów glebowych (tab. 8), na co wskazują również badania innych autorów [19, 27, 29, 67].

Ponieważ średnia zawartość węgla organicznego (tab. 4) w badanych

czarnych ziemiach (1,79%) jest znacznie wyższa od zawartości w glebach brunatnych (1,11%) i bielcowych (1,09%), dlatego obliczenie zależności między zawartością mikroskładników a zawartością substancji organicznej w próbkach powierzchniowych przedstawiono osobno dla czarnych ziem, osobno dla gleb brunatnych i bielcowych, posiadających zbliżoną zawartość węgla organicznego (tab. 9 i 10).

Zarówno w glebach o wysokiej (czarne ziemie), jak i niższej zawartości (gleby brunatne i bielcowe, potraktowane łącznie) węgla organicznego (tab. 9 i 10) wzrasta systematycznie zawartość wanadu i miedzi w miarę wzrostu zawartości węgla. W glebach brunatnych i bielcowych podobną tendencję wykazują również pozostałe mikroskładniki. Ponieważ zależności, o których wspomniano, nie udowodniono matematycznie, stąd może być mowa jedynie o zarysowujących się tendencjach.

W literaturze można również spotkać doniesienia o powiązaniu występowania szeregu mikroskładników z zawartością części splawialnych

T a b e l a 9

Zależność średniej zawartości mikroskładników od ilości węgla organicznego
w wierzchnich warstwach czarnych ziem w ppm
Dependence of mean microelement content on organic carbon amount in surface layer
of black earths, in ppm

Zawartość C org. Organic C content %	Liczba próbek Number of samples	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
≤ 1,5	9	46	51	510	8	16	31
1,51-2,00	10	51	60	540	10	15	32
> 2,00	12	53	60	520	10	16	33

T a b e l a 10

Zależność średniej zawartości mikroskładników od ilości węgla organicznego
w wierzchnich warstwach gleb bielcowych i brunatnych
w ppm
Dependence of mean microelement content on organic carbon amount in surface layer
of podzolic and brown soils, in ppm

Zawartość C org. Organic C content %	Liczba próbek Number of samples	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
≤ 1,00	16	40	50	500	9	14	20
1,01-1,25	37	45	57	540	9	16	23
> 1,25	10	46	60	560	11	19	25

байд ілу колоїдального [9, 16, 18, 27, 35, 47, 57, 67]. W tym przypadku wzrost zawartości wielu pierwiastków może być spowodowany z jednej strony obecnością większej ilości minerałów pierwotnych, w których związane są mikroskładniki, z drugiej właściwościami sorpcyjnymi łu.

Rozpatrując badany materiał w całości (bez podziału na typy glebowe), pomimo w zasadzie niewielkiego zróżnicowania badanych gleb pod względem składu mechanicznego (gleby pylaste i pyłowe), stwierdzono istotną

T a b e l a 11

Zależność średniej zawartości mikroskładników od części $\leq 0,002$ mm w powierzchniowej warstwie badanych gleb w ppm
Dependence of mean microelement content on ≤ 0.002 mm particles in surface layer of the soils investigated, in ppm

Procent części $\leq 0,002$ mm $\leq 0,002$ mm particles, %	Liczba próbek Number of samples	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
≤ 10	21	41	56	490	9	16	21
11 - 15	42	44	51	550	9	15	23
> 15	31	53	64	530	10	17	32

zależność pomiędzy zawartością frakcji poniżej 0,002 mm a zawartością wanadu ($r = 0,62$) i miedzi ($r = 0,60$). Natomiast dla pozostałych mikroskładników: chromu, manganu, kobaltu i niklu takiej zależności nie stwierdzono (tab. 11).

WNIOSKI

1. Średnie zawartości badanych mikroskładników w warstwie powierzchniowej analizowanych gleb wynoszą: manganu 530 ppm, wanadu 46 ppm, chromu 55 ppm, miedzi 25 ppm, niklu 15 ppm, kobaltu 9 ppm.

2. W warstwie wierzchniej badanych gleb stwierdzono istotną dodatnią zależność między zawartością łu koloidalnego a zawartością wanadu i miedzi. Inne zależności pomimo pewnych stwierdzonych tendencji w występowaniu nie zostały udowodnione matematycznie.

3. W profilach glebowych zawartość badanych mikroskładników nie wykazuje różnic w poszczególnych poziomach w obrębie danego typu glebowego z wyjątkiem manganu, którego większe nagromadzenie stwierdzono w poziomie próchnicznym wszystkich profiliów.

LITERATURA

- [1] Arnon D., Wessel G.: Vanadium as an essential element for green plants. *Nature*, 172, 1953, s. 1039.
- [2] Atanasiu N.: Die Wirkung der Spurenelemente in Thomasphosphat. *Die Phosphorsäure*, 22, 1962, s. 28.
- [3] Bartels H.: Über die Wirkung von Mo und V auf Leguminose. *Archiv Mikrob.*, 8, 1937, s. 13.
- [4] Becker-Dilling J.: *Handbuch der Ernährung des landwirtschaftlichen Nutzpflanzen*. P. Perey, Berlin 1934.
- [5] Boratyński K., Roszykowska S., Roszyk E., Tyszkiewicz M., Ziętecka M.: Zawartość przyswajalnych form Cu, Mn, Mo, Zn w niektórych typach gleb Dolnego Śląska, powstałych na utworach pyłowych. *Roczn. Glebozn.*, 13, 1967, z. 1, s. 57.
- [6] Burk P., Horner K.: The specific catalytic role of molybdenum and vanadium in nitrogen fixation amide utilization by azotobacter. *Trans Intern. Congr. Soil Sci.*, Oxford, 1, 1935, s. 152.
- [7] Cannon H. L.: The biochemistry of vanadium. *Soil Sci.*, t. 96, 1963, s. 198.
- [8] Chochłowa T. J.: Sadržanije i rozpredielenije mikroelementow w poczwach Kuznieckoj lesostepi. *Poczwowieden.* 1, 1967, s. 59.
- [9] Czekalski A., Kociałkowski Z.: Zawartość mikroelementów w glebach i roślinach zbożowych pól uprawnych województwa poznańskiego. *Prace Kom. Nauk. Roln. i Kom. Nauk Leśn.*, Poznań, t. 19, z. 2, 1965, s. 252.
- [10] Czekalski A., Kociałkowski Z.: Zawartość niektórych mikroelementów w glebach Wielkopolski. *Roczn. Glebozn.*, t. 15, 1965, s. 273.
- [11] Dobroljubskij O. K.: Wlijanije mikroelementa wanadia na winograd. *Fizj. Rast.*, t. 10, 3, 1963, s. 319.
- [12] Gericke S., Rennenkampff E.: Die Wirkung des Spurenelements Vanadium auf das Pflanzenwachstum. *Prakt. Bl. Pflanzenbau und Pflanzenschutz*, 17, 1939/40, s. 17.
- [13] Gericke S., Rennenkampff E.: Untersuchungen über die Wirkung des Vanadium auf das Pflanzenwachstum. *Zeitsch. für Pflanzen, Düng., Bodenkunde*, 18(63), 1940, s. 304.
- [14] Gericke S.: Weitere Versuche über die Wirkung des Spurenelement Vanadin auf des Pflanzenwachstum. *Zeitsch. für Pflanzen, Düngung, Bodenk.*, 23(68), 1941, s. 342.
- [15] Gericke S.: Untersuchungen über die Wirkung des Spurenelement Chrom auf das Pflanzenwachstum. *Zeitsch. für Pflanzenern. Düng. Bodenk.*, 33(78), 1943, s. 114.
- [16] Gliński J.: *Formy miedzi w glebach pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (praca doktorska WSR, Lublin)*, 1964.
- [17] Gliński J., Grajpel A.: Oznaczenie Cu, Co, Ni w glebach mineralnych metodą przesypu oraz jednego dodatku. *Wydawn. V Wyzd. PAN, Warszawa* 1964.
- [18] Györi D.: A Mn, Zn, Cu, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vagyületformái néhány talajtípusban. *A Magyar Tudom. Acad. Agr. Osztályanak Közleményei*, 1—2, 1962, s. 53.
- [19] Györi D. Néhány talajtípus mikroelem kasztele. *Agrokémia és Talajtan*, 7, 1958, s. 97.

- [20] Haselhoff E.: Verusche über die Wirkung von Chrom und Arsen auf die Pflanzenwachstums. Landw. Versuchs., 110, 1930, s. 283.
- [21] Hermann P.: Recherches géochimiques au matière d'agriculture. Landw. Centr. II Abt., 1966, poz. 2823.
- [22] Horest A.: The toxicity of the salt of chromium, aluminium. Bibliogr. the minor elements, L. G. Willis, Raleigh NC, 1939, s. 276.
- [23] Iwanow D. N., Iwanowa N. N., Orłowa L. P.: Primienienije organicznych soosazditielej po opriedielenii mikroelementow Co, Cu, Pb, Sm, Zn, Cr, Mo, V, W w poczwach. Poczwoowiedien., 1, 1965, s. 85.
- [24] Jermolenko N. F.: Mikroelementy i koloidy poczw. Wyd. AN BSSR, Mińsk 1960.
- [25] Kabata A.: Aktualne zagadnienia dotyczące mikroelementów w rolnictwie szkockim. Post. Nauk Roln., 3(51), 1958, s. 127.
- [26] Kabata A.: Zawartość kobaltu, miedzi i niklu w ważniejszych glebach oraz w sianie nadnoteckich i nadobrzeńskich terenów łąkowych. Roczn. Nauk Roln., 78-A-3, 1958, s. 379.
- [27] Kabata-Pendias A.: Badania geochemiczno-mineralogiczne gleb wytworzonych z granitów i bazaltów Dolnego Śląska. Roczn. Nauk Roln., 90-A-1, 1965, s. 1.
- [28] Kociałkowski Z.: Spektrograficzne oznaczanie pierwiastków śladowych w wyciągach glebowych. Prace Kom. Nauk Roln. i Leśn., TPN, Poznań, t. 14, 1963, s. 4, s. 499.
- [29] Kociałkowski Z.: Zawartość Co, Mn, Mo, Cu, Zn i Ni w różnych wyciągach niektórych typów gleb Wielkopolski. Prace Kom. Nauk Roln. i Leśn. TPN, Poznań, t. 14, 1963, z. 4, s. 467.
- [30] Kowaliński S., Tomaszewski J.: Regiony fizjograficzno-glebowe. Zarys rejonizacji przyrodniczo-rolniczej w województwie wrocławskim. P.W.R.N., Wrocław 1959.
- [31] König P.: Studien über die stimulierenden und toxischen Wirkungen verschiedenartigen Chromverbindungen auf die Pflanzen Landw. Jahrbuch, 39, 1910, s. 775.
- [32] Krym J.: Sodierżanije mikroelementow w poczwach mieźdurieczija Urala i Sakmary. Poczwoowiedien., 10, 1964, s. 73.
- [33] Lappi L., Mäkitie O.: Quantitative spectrographic determination of minor elements in soil samples. Acta Agric. Scand., 1, 1955, s. 27.
- [34] Leii Z. J.: Obmiennaja sposobnost razlicznych wieszczestw gumusa i ich kompleksow. Trudy Poczwo. Inst. AN 23, 1940.
- [35] Le Riche H. H., Weir A. H.: A method of studying trace elements in soil fractions. J. Soil Sci., 14, 1963, s. 235.
- [36] Maiwald K.: Die Verwendbarkeit des Abwesserschlamms der Gerbereien in Landbau. Fruch. Forschungsdienst, 10, 1940, s. 236.
- [37] Maluga D. P.: K geochimii possejannyh Ni i Co w biosferie. Trud. Bio-geochim. Lab., AN SSSR, 1946, s. 8.
- [38] Mitchell R. L.: Cobalt and nickel in soil and plants. Soil Sci., 60, 1945, s. 63.
- [39] Mitchell R. L.: Spectrochemical methods in soil investigations. Soil Sci., 83, 1957, s. 1.
- [40] Mitchell R. L.: The spectrochemical analysis of soil, plants and related materials. Techn. Comm., nr 44, Commonwealth Agric. Bureaux, 1964.

- [41] Oertel A. C.: Relation between trace element concentration in soil and parent material. *J. Soil Sci.*, 12, 1963, s. 119.
- [42] Pfeifer T.: Beitrag zu Frage über die Wirkung des Chroms bzw. Mangans auf die Pflanzenwachstum. *Frühh. Landw. Ztg.*, 67, 1918, s. 313.
- [43] Pieterburgskij A. W.: Wlijanije molibdena i wanadia na urożaj i chemiczeskij sostaw gorocha. *Agrochim.*, 1, 1964, s. 81.
- [44] Piotrowska M.: Pierwiastki śladowe w niektórych glebach lessowych regionu opatowsko-sandomierskiego. *Roczn. Glebozn., dodatek do t. 15*, 1965, s. 267.
- [45] Prince A. L.: Trace elements delivering capacity of 10 New Jersey types as measured by spectrographic analyses and mature corn leaves. *Soil Sci.*, 84, 1957, s. 413.
- [46] Radow A. S., Kańkow A. G.: K woprosu o kaczestwiennoj spektralnoj charakteristike makro- i mikroelementow w swietło kasztanowych poczwach wołgogradskoj obłasti na primiere uczhoza „Gornaja Poliana”. *Mikroelementy w Sielsk. i Medic.*, Kijów 1963, s. 417.
- [47] Ravikowitch S., Margolin M., Navrot J.: Microelements in soil of Israel. *Soil Sci.*, 92, 1961, s. 85.
- [48] Reimann B. i in.: Zawartość ogólna niektórych mikroelementów w glebach wysoczyzny kujawskiej (maszynopis).
- [49] Reinhold J., Hausroth E.: Chrom und Mangan als wichtige Spurenelemente für die Gurke. *Phosphorsäure*, 10, 1941, s. 111.
- [50] Robinson W. O.: The inorganic composition of some important American soils. *Bibl. the minor elements*, L. G. Willis Releigh, 1938, s. 276.
- [51] Roszyk E.: Oznaczenie metodą spektrograficzną ogólnej zawartości Pb, Mn, Cu, Co, Cr, V, Ni i Zn w materiale glebowym. *Wyd. V Wydz. PAN, Warszawa 1964.*
- [52] Scharrer K., Schropp W.: Sand- und Wasserkulturversuche mit Nickel und Kobalt. *Zeitsch. Pflanz., Düng., Bodenkunde*, A-31, 1933, s. 94.
- [53] Scharrer K., Schropp W.: Die Wirkung von Chrom und Chromat-Ion auf Kulturpflanze. *Zeitsch. Pflanz. Düng. Bodenkunde*, 1935, s. 137.
- [54] Scharrer K., Schropp W.: Über die Wirkung des Vanadium auf Kulturpflanzen. *Zeitsch. Pflanz. Düng. Bodenkunde*, 37, 1935, s. 196.
- [55] Scharrer K., Judel G. K.: Zur quantitative Bestimmung von Spurenelementen auf spektrochemischen Wege. *Zeitsch. Pflanz. Düng. Bodenkunde*, 73, 1956, s. 107.
- [56] Scharrer K., Judel G. K., Jung J.: Vergleichende Untersuchungen über die Bestimmung Mikronährstoffen mittels photometrischer und spektrochemischer Verfahren. *Zeitsch. Pflanz. Düng. Bodenkunde*, 79, 1957, s. 102.
- [57] Sillanpää M.: Trace elements in Finnish soils as related to soil texture and organic matter content. *Land. Zentr., Abt. 2*, 1963, s. 43.
- [58] Shimp N F., Conner J., Prince A. L., Bear F. F.: Spectrochemical analysis of soil and biological materials. *Soil Sci.*, 83, 1957, s. 51.
- [59] Swein D. J., Mitchell R. L.: Trace elements distribution in soil profiles. *J. Soil Sci.*, 11, 1960, s. 347.
- [60] Szajewicz A. B.: Metody ocenki toczności spektralnego analiza. *Mietalurgisdat, Moskwa 1964.*
- [61] Wazenin I. G., Bieljakowa W. N.: Wlijanije bora, chroma, joda i drugich mikroelementow na urożaj. *Mikroelem. w žizni rastienji i žiwotnych.* Moskwa 1952.

- [62] Wells N.: Total elements in topsoils from igneous rocks: on extension of geochemistry. *J. Soil Sci.*, 11, 1960, s. 409.
- [63] Własiuk P. A.: Mikroelementy w sielskom chodzajstwie i miedicynie. *Kijów* 1966.
- [64] Wright J. R.: Trace elements distribution in virgin profiles representing four great soil groups. *J. Proc. Soil Sci. Am.*, 19, 1955, s. 340.
- [65] Voelcker J. A.: Pot culture experiments. *Bibl: the minor elements*, L. G. Willis Releigh, 1938, s. 278.
- [66] Vourinon J.: On the amounts of minor elements in finnish soils. *J. Sci. Agric. of Finland*, 30, 1958, s. 30.
- [67] Zyrin N. G., Bielicyna G. D., Brysowa N. P.: Soderzhanije mikroelementow somiejstwa železa w niekotorych poczwach SSSR. *Wiest. Mosk. Uniw.*, 5, 1961, s. 59.

Э. РОШЫК

СОДЕРЖАНИЕ ВАНАДИЯ, ХРОМА, МАРГАНЦА, КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ
И МЕДИ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕЙ СИЛЕЗИИ, ОБРАЗОВАННЫХ
ИЗ ПЫЛЕВАТЫХ ГЛИН И ПЫЛЕВИДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

ЧАСТЬ I. ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Кафедра Агрохимии, Высшая Сельскохозяйственная Школа, Вроцлав

Резюме

Проведены исследования по валовому содержанию V, Cr, Mn, Co, Ni и Cu в 94 почвенных образцах отобранных из поверхностного слоя и в 9 репрезентативных разрезах черных (темноцветных) почв, бурых почв и подзолистых почв, сходных по механическому составу.

Определения были проведены на сепктрографе Q-24, применяя как источник возбуждения дугу переменного тока активированную искровым разрядом.

В поверхностном слое испытываемых почв содержание марганца составляло в среднем 530 ppm (мг на кг почвы), ванидия 46 ppm, хрома 55 ppm, меди 25 ppm, никеля 15 ppm и кобальта 9 ppm. Установлена положительная зависимость между содержанием коллоидного ила и содержанием ванадия и меди. Другие зависимости, несмотря на наличие некоторых тенденций, не были математически доказаны.

В почвенных разрезах содержание исследованных микроэлементов не выявляло в отдельных горизонтах данного типа почвы, за исключением марганца, большее накопление которого обнаружено в верхних горизонтах всех разрезов.

E. ROSZYK

VANADIUM, CHROMIUM, MANGANESE, COBALT, NICKEL AND COPPER
CONTENT IN SOME LOW-SILESIAN SOILS DEVELOPED OF SILTY LOAMS
AND SILT FORMATIONS

PART I. TOTAL MICROELEMENT CONTENT

Department of Agriculture, College of Agriculture in Wrocław

S u m m a r y

The investigations have been carried out on total V, Cr, Mn, Co, Ni and Cu content in 94 superficial and 9 representative samples of black earth, brown and podzolic soil profiles, approximate with regard to their mechanical content.

The determinations were carried out at the Q-24 spectrograph application, using as an induction source the variable current arc, activated by spark.

In surface layer of the soils investigated mean manganese content amounted to 530 ppm, that of vanadium — to 46 ppm, of chromium — to 55 ppm, of copper — to 25 ppm, of nickel — to 15 ppm, of cobalt — to 9 ppm.

A positive correlation between the colloidal clay and vanadium and copper content has been stated. Other correlations, in spite of some tendencies stated in their occurrence, have not been proved mathematically.

In the soil profiles the content of investigated microelements did not show any differences in particular horizons within a given soil profile, except manganese, higher accumulation of which have been stated in the horizon I of all the profiles and in the horizon II of black earths.

Wpłynęło do redakcji w lipcu 1967 r.

