

BARBARA GWOREK

ZAWARTOŚĆ ROZPUSZCZALNYCH PIERWIĄTKÓW ŚLADOWYCH
W GLEBACH WYTWORZONYCH Z GLIN ZWAŁOWYCH

Katedra Gleboznawstwa SGGW-AR w Warszawie

Badania prowadzono w północno-wschodniej części Polski w zasięgu złodowacenia środkowopolskiego i bałtyckiego [8].

METODY I WYNIKI BADAŃ

Formy rozpuszczalne wybranych pierwiastków śladowych (Mn, Zn, Cu) oznaczono następującymi metodami: mangan aktywny — kolbrymetrycznie metodą siarczynową (pH 8,2) według Schachtschabela (kolorymetr Langego, model J), miedź — w wyciągu 0,02 M EDTA (metoda Henryksena i Jensena) techniką ASA, a cynk w wyciągu 0,1 M HCl techniką ASA.

Zasobność gleb określano zgodnie z liczbami granicznymi [15].

Złodowacenie środkowopolskie. Mangan aktywny w całym profilu gleby brunatnej właściwej (tab. 1) występuje mniej więcej w takiej samej ilości. Jedynie skała podścielająca zawiera go mniej. Gleba ta zawiera niedostateczną zawartość manganu aktywnego z punktu widzenia potrzeb roślin, a to ze względu na wysokie pH.

Miedzi i cynku rozpuszczalnego najwięcej jest w poziomie akumulacyjnym. Natomiast w głąb profilu ilość tej formy Cu i Zn zmniejsza się, osiągając minimum w skale podścielającej. Poziom akumulacyjny gleby brunatnej właściwej zawiera wystarczające ilości miedzi i cynku do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin.

Zawartość manganu aktywnego oraz cynku rozpuszczalnego w glebach brunatnych wylugowanych jest na ogół największa w poziomach akumulacyjnych. Wraz ze wzrostem głębokości ich ilość zmniejsza się, osiągając minimum w skale macierzystej (tab. 3).

Szczególne charakterystyczne jest występowanie śladowych ilości rozpuszczalnego Zn w skale macierzystej zawierającej węglany. Wiąże się to bezpośrednio z sorpcją cynku przez te związki oraz pośrednio przez wzrost

wartości pH, co oczywiście wpływa na zmniejszenie rozpuszczalności związków cynku.

Zawartość Cu w formie rozpuszczalnej w poszczególnych poziomach genetycznych gleb brunatnych wylugowanych różni się w każdym profilu. Natomiast stopień rozpuszczalności związków miedzi jest najwyższy w

T a b e l a 1

Zawartość Mn aktywnego, Zn i Cu rozpuszczalnych w glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego /mg/kg s.m./
Content of active Mn and soluble Zn and Cu in soils developed from boulder loams of the Central Polish glaciation /mg/kg of d.m./

Miejscowość, nr profilu Locality and profile No.	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	Głębokość Depth cm	Mn		Zn		Cu	
			C	D	C	D	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gleba brunatna właściwa - Typical brown soil								
Sokoły, 33	A ₁	0-20	16	6,7	4,6	10,4	2,1	3,9
	A ₁ /B/	30-33	18	6,7	3,4	8,1	1,5	30,6
	/B/	45-50	18	5,4	3,2	3,1	1,8	10,6
	D	90-115	4	1,1	0,6	0,7	0,9	4,6
Gleby brunatne wylugowane - Leached brown soils								
Zambrów, 1	A ₁	0-20	65	26,7	3,3	8,1	1,8	36,0
	/B/ _{1g}	30-45	41	10,9	2,2	3,1	2,3	16,0
	/B/ _{2g}	60-80	10	2,5	0,5	0,4	1,0	5,7
	C _{1g}	90-110	5	1,4	0,5	0,9	1,1	6,7
	C ₂	120-130	1	0,3	0,5	1,1	0,7	6,6
Dobrzyniewo, 3	A ₁	0-25	45	15,9	2,7	7,4	1,2	40,0
	/B/	30-60	20	6,2	2,1	4,4	1,5	13,5
	C ₁	80-100	16	5,1	2,9	2,5	1,1	13,9
	C _{2g}	130-150	2	1,0	0,7	2,1	0,8	11,1
Krugło, 6	A ₁	0-20	55	17,5	3,3	12,9	1,0	27,7
	/B/	25-50	23	8,1	2,3	7,1	1,0	9,4
	C ₁	60-80	21	7,0	2,6	7,9	1,5	15,3
	C ₂	110-130	2	0,7	0,7	2,2	1,4	12,5
Krajewo, 9	A ₁	0-20	93	30,7	4,7	9,9	0,9	14,7
	A ₁ /B/	25-40	58	12,7	2,6	5,2	0,5	6,2
	/B/ _g	50-70	42	7,9	3,6	6,8	0,7	11,0
	C _g	90-100	13	7,6	0,2	0,4	0,4	11,2
Zbucz, 14	A ₁	0-20	82	23,9	5,4	11,1	0,2	3,8
	A ₁ /B/	30-45	15	6,5	5,1	9,4	0,5	4,6
	/B/	60-80	28	9,6	3,7	7,2	0,5	4,0
	C _g	100-120	13	4,1	4,2	8,8	0,7	6,8
Gleby prowe - Grey brown podzolic soils								
Rzędziany, 2	A ₁	0-20	28	16,7	3,9	10,4	1,6	78,5
	A ₃	20-40	3	2,2	1,8	6,2	0,7	44,4
	B	50-75	28	9,7	2,4	7,6	1,1	28,0
	C _{1g}	80-100	3	1,5	3,5	9,6	1,3	17,6
	C _{2g}	120-140	1	0,4	0,5	1,2	1,2	13,8
Szepietowo, 10	A ₁	5-20	78	28,5	4,9	11,0	0,9	8,0
	A ₃	25-35	34	13,6	2,0	5,7	0,3	2,7
	B _t	55-65	36	10,3	2,8	5,5	0,6	2,1
	C	90-110	32	7,1	3,2	5,5	0,7	3,2

cd. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
cd. gleby płowe - Grey brown podzolic soils								
Malec, 12	A ₁	0-20	83	30,6	5,6	18,7	0,2	6,1
	A ₃	25-35	23	13,1	4,6	16,4	0,3	8,6
	B _t	50-70	105	18,4	3,0	5,4	1,2	5,1
	C	70-90	76	17,4	4,2	7,5	0,7	3,9
Bożejewe, 16	A ₁	0-20	120	31,2	3,8	14,1	0,6	8,6
	A ₃	20-30	13	4,1	2,1	9,1	1,0	13,3
	B _t	50-60	10	2,8	2,2	7,9	0,9	7,4
	C	90-125	32	7,0	4,4	14,2	1,0	7,4
Stawiski, 17	A ₁	0-20	56	16,3	5,8	13,3	1,8	33,2
	A ₃	40-50	10	2,8	4,6	15,8	1,2	28,6
	B _t	70-80	38	7,9	4,0	8,2	0,7	6,1
	C	100-120	25	6,2	5,3	12,0	0,7	6,8
Czerwona, 34	A ₁	0-20	74	26,7	0,2	0,6	0,4	11,2
	A ₃	30-40	10	5,7	0,1	0,5	0,4	10,5
	B _t	60-75	10	5,6	0,2	0,5	0,4	4,5
	C	100-130	10	4,5	0,1	-	0,5	5,1
Gleby opadowo-glejowe - Pseudogley soils								
Ostrożany, 11	A ₁	0-15	114	52,8	4,6	9,7	1,2	16,7
	E ₁	35-45	105	39,9	2,7	5,0	1,2	16,1
	E ₂	80-90	83	23,3	3,9	7,5	1,3	9,2
	C _g	130-150	38	5,1	4,9	9,6	1,8	9,2
Protasy, 15	A ₁	0-20	98	42,2	7,2	27,9	1,3	21,8
	E	30-40	13	5,4	4,3	7,9	0,8	5,5
	C _{1g}	60-75	10	4,2	3,3	6,9	0,9	6,5
	C _{2g}	85-110	10	5,4	4,6	11,8	0,8	6,3
C - zawartość pierwiastka w formie rozpuszczalnej content of the given element in the soluble form D = $\frac{C}{A} \cdot 100$ A - ogólna zawartość pierwiastka total content of the element								

poziomach akumulacyjnych. Również związki manganu i cynku mają najwyższy stopień rozpuszczalności w poziomach akumulacyjnych, co związane jest z obecnością materii organicznej.

Z punktu widzenia potrzeb roślin można stwierdzić, że wierzchnie poziomy badanych gleb brunatnych wylugowanych wykazują wysoką zasobność w mangan średnią bądź dobrą w cynk.

Poziomy akumulacyjne gleb płowych wykazują wysoką zawartość manganu aktywnego. W głębszych poziomach genetycznych jego ilość na ogół maleje, tylko w profilu 12 w poziomie B_t osiąga wartość najwyższą (tab. 1). Stopień rozpuszczalności związków manganu w glebach płowych jest niewiele większy niż w glebach brunatnych i dochodzi do 31,9% w stosunku do jego ogólnej zawartości.

Analogicznie rozpatrując zawartość cynku rozpuszczalnego stwierdza się przeważnie średnią bądź dobrą zasobność badanych gleb w ten pierwiastek. Zawartość cynku rozpuszczalnego maleje również w głębszych poziomach. Stopień rozpuszczalności związków cynku w glebach płowych jest wyższy niż w badanych glebach brunatnych i dochodzi do 18,7% jego ogólnej zawartości.

Zawartość miedzi rozpuszczalnej w poszczególnych poziomach w profilu gleb płowych układa się różnie. Na ogół najwyższą jej zawartość wykazują poziomy akumulacyjne, a najniższą poziom przemycia. Stopień rozpuszczalności związków miedzi w tych poziomach dochodzi nawet do 78,5% ogólnej jej zawartości.

Z rolniczego punktu widzenia badane gleby płowe województwa łódzkiego należy zaliczyć do trzech klas zasobności w miedź, tj. niskiej, średniej i wysokiej.

Poziomy akumulacyjne gleb opadowoglejowych zawierają największą ilość manganu aktywnego w porównaniu z pozostałymi poziomami genetycznymi. Ilość tego pierwiastka wyraźnie zmniejsza się w głąb profilu glebowego, osiągając minimum w skale macierzystej. Najwięcej rozpuszczalnych związków cynku i miedzi występuje w poziomie akumulacyjnym (profil 15) bądź w skale macierzystej (profil 11). Najmniej miedzi rozpuszczalnej przypada na poziom opadowoglejowe, a cynku — na skalę macierzystą bądź poziom akumulacyjny.

Najwyższym stopniem rozpuszczalności związków manganu, cynku i miedzi odznaczają się poziomy akumulacyjne; rozpuszczalność w tych poziomach wynosi odpowiednio 52,8, 27,9 i 21,8% ogólnej zawartości tych związków.

Ilość Mn, Zn i Cu w glebach opadowoglejowych wystarcza do właściwego wzrostu i rozwoju roślin.

Zawartość manganu aktywnego oraz rozpuszczalnego cynku w profilu glebowym wykazuje wysoce istotną dodatnią korelację z procentową zawartością węgla organicznego (tab. 2).

Obliczone współczynniki korelacji nie wykazują zależności między ogólną zawartością Mn, Zn i Cu a ich formami rozpuszczalnymi. Nie stwierdzono również korelacji między zawartością miedzi rozpuszczalnej a odczynem badanych gleb i ilością węgla organicznego.

Z l o d o w a c e n i e b a ł t y c k i e (tab. 3). Zawartość rozpuszczalnych mikroelementów w glebach brunatnych właściwych jest na ogół największa w poziomach akumulacyjnych (z wyjątkiem Zn w profilach 20, 21 i 25 i miedzi w profilach 20, 21 i 24). W miarę wzrostu głębokości ilość ich stopniowo spada i jest najmniejsza w skale macierzystej.

W glebach, które zawierają CaCO_3 w całym profilu (profile 24—26) i wysokie pH, zawartość manganu aktywnego jest bardzo mała (około 3 mg/kg s.m.), ale i w glebach o odczynie obojętnym występuje również niewielka ilość manganu aktywnego.

Tabela 2

Współczynniki korelacji r między zawartością pierwiastków rozpuszczalnych a właściwościami gleb wytworzonych z gliny żwawej zlodowacenia środkowopolskiego
Coefficients of correlation r between the content of soluble elements and the properties of soils developed from boulder loams of the Central Polish glaciation

	Mn	Zn	Cu
pH	- 0,530 ^{xx}	- 0,384 ^{xx}	0,134
C organiczny Organic C	0,557 ^{xx}	0,453 ^{xx}	0,219
$\sigma < 0,02$ w.	- 0,317	- 0,352 ^{xx}	0,159
Mn ogółem Total Mn	0,238	-	-
Zn ogółem Total Zn	-	- 0,129	-
Cu ogółem Total Cu	-	-	- 0,202
^x P = 0,05 ^{xx} P = 0,01			

Zawartość cynku rozpuszczalnego w poszczególnych poziomach gleb brunatnych właściwych wydaje się zależeć nie tyle od pH, ile od ilości węglanów. Świadczy o tym średnia zasobność rozpuszczalnego cynku w poziomach genetycznych gleb o odczynie obojętnym, w których w ogóle nie występują węglany lub w bardzo małych ilościach (nawet poniżej 1,24% CaCO₃). Poziomy genetyczne zawierające ponad 1,65% CaCO₃ mają bardzo mało cynku rozpuszczalnego, nie więcej niż 0,50 mg/kg s.m. Jest to jednak ilość niewystarczająca do normalnego wzrostu i rozwoju roślin.

Zawartość miedzi rozpuszczalnej w profilach glebowych zależna jest od tego, ile jej wiąże materia organiczna.

Wierzchnie poziomy badanych gleb, mimo iż odczyn ich jest obojętny, wykazują dobrą lub średnią zasobność w miedź rozpuszczalną.

Najwyższy stopień rozpuszczalności związków badanych pierwiastków przypada na poziomy akumulacyjne lub poziomy brunatnienia.

Zawartość manganu aktywnego jest największa w poziomach akumulacyjnych i zmniejsza się wraz z głębokością, osiągając minimum w skale macierzystej. Poziomy akumulacyjne zawierają również najwięcej cynku rozpuszczalnego; najmniej tego pierwiastka stwierdzono w poziomach brunatnienia.

Związki manganu i cynku, występujące w poziomach akumulacyjnych, odznaczają się najwyższym stopniem rozpuszczalności, co wynika z rozmieszczenia materii organicznej w profilu glebowym.

Poziomy akumulacyjne omawianych gleb wykazują wysoką zasobność w mangan oraz wysoką bądź średnią — w cynk. Natomiast zawartość mie-

dzi rozpuszczalnej w profilach glebowych nie wydaje się zależeć od odczynu gleb i rozmieszczenia materii organicznej.

W glebach płowych i glebie opadowoglejowej najwięcej manganu aktywnego oraz cynku i miedzi w formie rozpuszczalnej występuje na ogół w poziomach akumulacyjnych. Natomiast najmniej tych form Mn, Zn

T a b e l a 3

Zawartość Mn aktywnego, Zn i Cu rozpuszczalnych w glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego /mg/kg s.m./
Content of active Mn and soluble Zn and Cu in soils developed from boulder loams of the Baltic glaciation /mg/kg of d.m./

Miejscowość, nr profilu Locality and profile No.	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	Głębokość Depth cm	Mn		Zn		Cu	
			C	D	C	D	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gleby brunatne właściwe - Typical brown soil								
Krupin, 18	A ₁	0-15	45	10,3	12,0	20,7	1,9	16,1
	/B/	35-45	16	3,9	4,7	10,2	0,9	6,8
	/B/C	50-70	25	4,9	5,5	12,2	0,9	6,4
	C	90-100	2	0,5	0,2	0,4	0,3	2,5
Aleksandrowo, 20	A ₁	0-20	13	3,9	0,2	0,6	0,5	5,3
	/B/	40-50	10	2,9	2,5	5,9	0,8	5,8
	/B/C	60-70	3	1,0	0,2	0,7	0,4	4,5
	C	100-120	3	1,1	0,1	0,3	0,4	5,1
Poćkun, 21	A ₁	0-15	35	9,0	2,4	5,7	0,6	7,0
	/B/	25-35	16	3,6	2,2	5,0	0,6	5,0
	/B/C	60-80	15	3,1	2,3	5,7	1,3	13,0
	C	90-110	3	0,9	0,1	0,3	1,0	11,7
Przejsza Wąsoka, 24	A ₁	0-20	6	2,3	0,2	0,6	0,4	6,2
	/B/	40-60	3	9,9	0,1	0,4	0,4	3,9
	/B/C	80-100	3	1,1	0,2	0,8	0,4	3,8
	C	130-150	2	0,8	0,1	0,3	0,5	4,2
Tadaryszki, 25	A ₁	0-20	3	0,7	0,1	0,4	1,1	10,9
	/B/	40-50	3	0,6	2,9	5,3	0,9	5,2
	/B/C	60-70	2	0,4	0,1	0,2	0,7	6,3
	C	100-120	2	0,4	0,1	0,2	0,4	3,0
Żarnowo, 26	A ₁	0-20	2	0,5	3,8	9,8	1,2	12,7
	/B/ ₁	35-45	2	0,6	3,8	8,8	1,1	8,7
	/B/ ₂	50-70	3	1,0	0,3	1,0	0,1	1,8
	C	70-90	3	0,9	0,3	1,1	0,3	3,4
Solistówka, 22	A ₁	0-15	53	20,1	4,0	7,3	2,0	19,3
	/B/ ₁	30-45	4	1,7	2,3	4,9	1,2	11,3
	/B/ ₂	50-70	20	6,8	3,0	6,2	1,6	12,6
	C	100-120	2	0,8	0,5	1,1	0,8	7,7
Gleby brunatne wyżłogowane - Leached brown soils								
Kopijki, 19	A ₁	0-20	122	29,6	7,2	15,4	1,3	16,3
	/B/	50-70	25	5,2	2,6	6,3	0,6	5,3
	C	90-100	20	4,4	3,4	7,7	0,5	4,4
Barbiszki, 22	A ₁	5-15	164	30,4	2,9	8,0	1,1	22,0
	B/B/	35-45	13	3,4	1,4	3,6	1,0	12,6
	/B/	50-60	2	0,5	1,7	3,9	1,1	1,0
	C	110-150	13	2,9	2,3	5,7	1,1	0,9

od. tabeli 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
cd. Gleby brunatne wylugowane - Leached brown soils								
Wierzbowo, 27	A ₁	5-15	100	26,7	3,8	11,7	0,8	13,2
	B/B/	30-40	4	1,4	1,8	7,5	0,3	0,6
	/B/g	50-60	2	0,7	1,9	8,9	0,2	6,1
	C	120-150	36	10,8	3,2	8,4	0,9	7,6
Baczki, 28	A ₁	5-20	12	28,6	6,8	17,0	1,9	28,7
	A ₁ /B/	30-35	20	5,2	2,1	5,2	0,8	8,7
	/B/	50-60	32	11,3	1,8	3,9	0,6	4,6
	C	110-140	2	0,5	1,2	8,6	0,5	6,6
Dębszczyzna Nowa, 30	A ₁	0-20	73	27,3	2,9	8,0	0,4	12,5
	/B/	25-35	42	14,5	1,6	4,2	0,4	10,0
	C	60-95	38	13,1	2,5	5,3	0,9	8,7
Gleby płowe - Grey brown podzolic soils								
Puńsk, 23	A ₁	0-20	35	8,1	8,3	17,6	1,3	14,6
	A ₃	30-50	10	3,7	1,4	3,1	0,4	9,2
	B _t	70-80	13	3,2	2,6	5,3	0,5	3,8
	C	110-140	16	5,1	2,8	8,0	0,5	5,0
Tarówka Nowa, 31	A ₁	0-20	109	38,9	3,5	8,6	0,7	17,3
	A ₃	30-50	10	4,8	1,1	3,6	0,3	11,9
	B _t	60-80	69	21,7	3,0	8,4	0,8	6,1
	C	100-120	30	9,4	2,5	5,2	1,1	8,6
Gleba opadowo-glejowa - Pseudogley soils								
Kowale Oleckie, 29	A ₁	0-15	93	35,0	2,8	14,2	0,5	11,3
	g	40-55	5	4,0	1,1	5,3	0,2	3,7
	Cg	95-120	38	16,7	2,5	5,8	1,0	8,3
C - zawartość pierwiastka w formie rozpuszczalnej content of the given element in the soluble form $D = \frac{C}{A} \cdot 100$ A - ogólna zawartość pierwiastków total content of the element								

i Cu stwierdzono w poziomach przemycia (A₃), a w glebie opadowoglejowej w poziomie opadowoglejowym (g).

Poziomy akumulacyjne badanych typów gleb mają dużo manganu, średnią bądź wysoką ilość cynku oraz małą bądź średnią — miedzi.

Z obliczeń statystycznych wynika, że ilość manganu aktywnego zależy w dużym stopniu od ilości węgla organicznego i jest ujemnie skorelowana z pH (tab. 4). Dodatnią korelację odnotowano dla rozpuszczalnego cynku i węgla organicznego. Zależność ta w stosunku do miedzi była mniejsza. Dodatnią korelację stwierdzono także między ogólną zawartością cynku a jego zasobnością rozpuszczalną.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Zawartość form rozpuszczalnych Mn, Zn i Cu w badanych glebach (niezależnie od rodzaju skały macierzystej i zasięgu zlodowacenia) male-

Współczynniki korelacji r między zawartością pierwiastków rozpuszczalnych a właściwościami gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego
 Coefficients of correlation r between the content of soluble elements and the properties of soils developed from boulder loams of the Baltic glaciation

	Mn	Zn	Cu
pH	- 0,460 ^{XX}	- 0,199	0,004
C organiczny Organic C	0,564 ^{XX}	0,401 ^{XX}	0,296 ^X
$d < 0,02 \text{ mm}$	- 0,206	- 0,028	0,1533
Mn ogólny Total Mn	0,202	-	-
Zn ogólny Total Zn	-	0,466 ^{XX}	-
Cu ogólna Total Cu	-	-	0,204
$\chi^2_{0,05} = 0,05$ $\chi^2_{0,01} = 0,01$			

je w następującej kolejności: $Mn > Zn > Cu$. Podobny układ utrzymał Sillanpää [18].

Zawartość i pionowe rozmieszczenie form rozpuszczalnych pierwiastków śladowych w glebach jest głównie wypadkową zawartości materii organicznej, składu mineralnego i granulometrycznego oraz odczynu gleb [17, 18].

W glebach wytworzonych z glin zwałowych obu zlodowaceń zawartość Mn i Zn w formach rozpuszczalnych jest dodatnio skorelowana z ilością materii organicznej: dla Mn $r=0,557^{**}$ i $r=0,564^{**}$, a dla Zn $r=0,453^{**}$ i $r=0,401^{**}$. Dodatni wpływ zawartości materii organicznej w glebach na rozpuszczalność Mn, Zn i Cu wykazano w wielu pracach [7, 9, 11, 16, 17, 18].

W badanych glebach wytworzonych z glin zwałowych nie stwierdzono zależności między składem granulometrycznym a ilością Mn, Zn i Cu w formie rozpuszczalnej, zgodnie z badaniami niektórych autorów [3, 14], ale wbrew obserwacjom innych [2, 4, 5, 17].

Poglądy co do oddziaływania odczynu gleby na rozpuszczalność związków manganu są na ogół zgodne. Najczęściej ma tu miejsce zależność ujemna [3, 12, 18].

W naszych badaniach stwierdzono również ujemną korelację między ilością Mn aktywnego a odczynem badanych gleb wytworzonych z glin zwałowych. Okazało się, że gleby brunatne właściwe zawierają mniej manganu aktywnego niż gleby brunatne wylugowane, płowe i opadowoglejowe. Do podobnego wniosku doszli i inni autorzy [16].

Wpływ odczynu gleb na zawartość form rozpuszczalnych Zn i Cu nie jest oceniany jednolicie, zwłaszcza w przypadku miedzi. Jedni uważają, że odczyn gleb nie wpływa również wyraźnie na zawartość miedzi roz-

puszczalnej, jak na zawartość Mn rozpuszczalnego. Natomiast inni twierdzą, że zawartość miedzi rozpuszczalnej wzrasta ze spadkiem pH, ale dotyczy to tylko gleb o dużej zawartości ogólnej tego pierwiastka [10].

W badanych glebach wytworzonych z glin zwałowych nie udowodniono matematycznie żadnej zależności między zawartością Cu rozpuszczalnej a wartością pH. Zgodnie zresztą z wynikami innych badań [2, 5, 13].

Zawartość miedzi rozpuszczalnej w profilach badanych gleb brunatnych właściwych wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego zależy w pewnym stopniu od obecności w nich węglanów. Uważa się, że obecność CaCO_3 w glebie powoduje silną chemiczną sorpcję miedzi, w wyniku czego wytrącają się wodorotlenki i zasadowe węglany miedzi [14]. Najmniejszą zawartość miedzi rozpuszczalnej w poziomach iluwalnych węglanowych tłumaczy się koncentracją soli wapniowych, nie zaś kwasowością [11].

W naszych badaniach otrzymano również rozbieżne wyniki dotyczące korelacji między ilością Zn rozpuszczalnego a odczynem badanych gleb. W glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego wystąpiła ujemna korelacja ($r = -0,384^{**}$), natomiast w glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego korelacji tej w ogóle nie stwierdzono. W badanych glebach można zaobserwować pewną tendencję (ale nie udowodnioną matematycznie) do obniżania się ilości cynku rozpuszczalnego w poziomach zawierających CaCO_3 .

Współczynniki korelacji dla gleb wytworzonych z glin zwałowych wskazują na brak zależności między formami rozpuszczalnymi Mn, Zn i Cu a ogólną ich zawartością. W przypadku cynku zależność ta wystąpiła tylko w glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego ($r = 0,466^{**}$). Brak takiej zależności potwierdzają również badania prowadzone na różnych glebach [7, 9, 17].

Z oceny badanych gleb pod względem zawartości w nich form rozpuszczalnych Mn, Zn i Cu wynika, że poziomy akumulacyjne gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego są zasobniejsze w dostępne dla roślin formy manganu i cynku w porównaniu z zasobnością analogicznych poziomów gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego (tab. 5). Natomiast poziomy akumulacyjne gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego wydają się mieć mniej miedzi (13%) niż analogiczne poziomy gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego (21%).

Na zakończenie trzeba stwierdzić, że analiza dotychczasowych wyników polskich badań nad zawartością mikroelementów w glebach wykazała w byłym województwie białostockim większy procent gleb o małej zawartości pierwiastków śladowych, zwłaszcza miedzi, w wierzchnich poziomach genetycznych, niż wynika to z niniejszych badań [6].

Procentowa zasobność badanych gleb w Mn, Zn, Cu
Mn, Zn and Cu content %/ in the soils under study

Pierwiastek Element	Poziom Horizon	Gleby wytworzone z gliny zwałowej zlodowacenia: Soils developed from boulder loams of the glaciation:					
		środkowopolskiego - Central Polish			bałtyckiego - Baltic		
		w	ś	n	w	ś	n
Mn	a	93	-	7	60	-	40
	b	28,5	21,5	50	7	-	93
Zn	a	40	43	17	26,5	47	26,5
	b	7	43	50	-	53	47
Cu	a	50	29	21	54	33	13
	b	43	28,5	28,5	20	40	40

w - zasobność duża - high content
ś - zasobność średnia - medium content
n - zasobność mała - low content
a - poziomy akumulacyjne - accumulation horizons
b - poziomy głębsze - deeper horizons

WNIOSKI

— Zawartość manganu aktywnego jest największa w poziomach akumulacyjnych i zmniejsza się wraz z głębokością. Również cynku rozpuszczalnego jest na ogół najwięcej w poziomach akumulacyjnych. Natomiast największe ilości miedzi rozpuszczalnej stwierdzono w poziomach akumulacyjnych, jak i w głębszych poziomach genetycznych.

— Korelacje między występowaniem Mn aktywnego i formami rozpuszczalnymi Zn i Cu w badanych glebach a ich właściwościami fizykochemicznymi są następujące:

— zawartość Mn aktywnego jest ujemnie skorelowana z odczynem gleb, dodatnio zaś z ilością węgla organicznego,

— zawartość Zn rozpuszczalnego w glebach wytworzonych z glin zwałowych obu zlodowaceń jest dodatnio skorelowana z ilością węgla organicznego, a ujemnie z odczynem gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego,

— zawartość Cu rozpuszczalnej w glebach wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego wykazuje dodatnią korelację z zawartością węgla organicznego.

— Poziomy akumulacyjne gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia środkowopolskiego wykazują lepszą zasobność w Mn aktywny i Zn rozpuszczalny, a gorszą w Cu rozpuszczalną niż analogiczne poziomy gleb wytworzonych z gliny zwałowej zlodowacenia bałtyckiego z punktu widzenia praktyki rolniczej.

LITERATURA

- [1] Chudecki Z.: Niektóre czynniki kształtujące zawartość i rozmieszczenie jodu, miedzi oraz cynku w ważniejszych glebach mineralnych Pomorza Zachodniego. Zesz. nauk. WSR Szczecin 1963, 10, 187-239.
- [2] Czarnowska K.: Miedź w glebach Niziny Mazowiecko-Podlaskiej. Roczn. Nauk rol. 94—A—4, 1968, 475-509.
- [3] Czarnowska K.: Badania nad rozmieszczeniem Mn, Zn, Cu i Mo w glebach wytworzonych z glin zwałowych. Roczn. glebozn. 23, 1972, 2, 26-30.
- [4] Czuba R. i in.: Badania nad rozmieszczeniem przyswajalnych składników w profilach glebowych. Cz. II. Zawartość przyswajalnego boru, miedzi i molibdeny oraz manganu aktywnego w profilach glebowych. Roczn. glebozn. 19, 1968, 1, 151-166.
- [5] Czuba R., Zaniuk A.: Badania nad rozmieszczeniem przyswajalnych składników w profilach glebowych. Cz. III. Współzależność między zawartością węgla organicznego, ilu koloidalnego w glebie i jej pH a zawartością magnezu przyswajalnego i niektórych mikroelementów. Roczn. glebozn. 19, 1968, 2, 249-266.
- [6] Czuba R.: Badania nad zawartością mikroelementów w glebach. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1976, 170, 369-378.
- [7] Gałczyńska B., Piotrowska M.: Zawartość pierwiastków śladowych w niektórych glebach powiatu Piaseczno. Pam. puł. 1972, 53, 99-116.
- [8] Gworek B.: Pierwiastki śladowe (Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb i Cd) w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski. Cz. I. Właściwości fizykochemiczne badanych gleb. Roczn. glebozn. 35, 1984, 2, 79-100.
- [9] Kabata-Pendias A.: Występowanie cynku, miedzi i kobaltu w niektórych glebach oraz w roślinach rejonu pomorskiego. Roczn. Nauk rol. 94-A-4, 1968, 567-583.
- [10] Klemm K.: Die Mikronährstoffversorgung der Böden der Bezirke Halle und Magdeburg. 4 Mitteilung: Der Einfluss verschiedener Bodenfaktoren auf den Cu-Gehalt der Ackerböden. A. Thaer-Archiv, 13, 1969, 6, 559.
- [11] Kociałkowski Z., Cieśla W.: Mikroskładniki przyswajalne w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych na Wysoczyźnie Kujawskiej. Roczn. glebozn. 19, 1968, 2, 281-292.
- [12] Kukurenda H.: Ocena ilościowa wpływu niektórych właściwości gleby na dynamikę rozpuszczalności sześciu frakcji manganu i ich dostępność dla roślin. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1976, 179, 392-406.
- [13] Martens D. C.: Plant availability of extractable boron, copper and zinc as related to selected soil properties. Soil. Sci. 106, 1968, 1, 23-28.
- [14] Mtara S. G., Tiwari R. C.: Retention and release of copper and zinc by some Indian soils. Soil. Sci. 101, 1966, 6, 465-471.
- [15] Praca zbiorowa: Komisja Chemii Gleb PTG, Zespół Mikroelementów. Metody oznaczania dostępnych mikroelementów w glebach (projekt), Warszawa 1966.
- [16] Reiman B., Kociałkowski Z.: Niektóre mikroelementy w glebach brunatnych północnej części Równiny Kościeliskiej. Roczn. glebozn. 1968, 19, 2, 293-301.
- [17] Roszyk E.: Zawartość form ogólnych i rozpuszczalnych wanadu, chromu, manganu, niklu, kobaltu i miedzi w niektórych glebach Dolnego Śląska wytworzonych z glin pylistych i utworów pyłowych. Zesz. nauk. WSR Wrocław, Rol. 1968, 76, 7-27.
- [18] Sillapää M.: On the effect of some soil factors on the solubility of trace elements. J. Agrogeol. 1962, 81, 1-24.

Б. ГВОРЕК

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ СЛЕДОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ
ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ ВАЛУННЫХ ГЛИН

Кафедра почвоведения Варшавской сельскохозяйственной академии

Резюме

Исследования почв образованных из валунных глин центрально-польского и балтийского оледенения показали, что содержание активного Mn и растворимого Zn обычно самое высокое в аккумуляционных горизонтах. Также самые высокие количества растворимого Cu находятся в этом горизонте или в более глубоких горизонтах профиля. Особенно характерным является наличие следовых количеств активного Mn и растворимого Zn в горизонтах содержащих CaCO_3 . Степень растворимости Mn, Zn и Cu самая высокая в поверхностных горизонтах, что свидетельствует о положительном влиянии органического вещества на их растворимость. Статистические расчеты подтвердили существование корреляции между содержанием органического углерода и количеством активного Mn и растворимого Zn в почвах образованных из валунных глин.

На основании полученных результатов можно констатировать, что количества Mn, Zn и Cu не должны ограничивать урожая на палевых и псевдоглеевых почвах, но могут их сокращать на типичных бурых почвах.

B. GWOREK

CONTENT OF SOLUBLE TRACE ELEMENTS IN SOILS
DEVELOPED FROM BOULDER LOAMS

Department of Soil Science Agricultural University of Warsaw

Summary

Investigations of soils developed from boulder loam of the Central Polish and Baltic glaciation have proved that the content of active Mn and soluble Zn is, on the whole, higher in the accumulation horizon. The highest content of soluble Cu is also in this horizon or in deeper horizons of the profile. Particularly characteristic is the occurrence of minute quantities of active Mn and soluble Zn in the horizons containing CaCO_3 . The active Mn, Zn and Cu solubility degree is the highest in upper horizons, what proves a positive effect of organic matter on their solubility. Statistical calculations confirmed the existence of correlation between the organic carbon content and the amount of active Mn and soluble Zn in soils developed from boulder loams.

On the basis of the results of analyses it can be stated that the Mn, Zn and Cu amounts must not limit yields on grey brown podzolic and pseudogley soils, but can reduce them on typical brown soils

Dr Barbara Gworek
Katedra Gleboznawstwa AR
Warszawa, ul. Rakowiecka 26

Wpłynęło do redakcji 1984.09.22