

ZDZISŁAW SZCZUBIAŁKA

BADANIA NAD ROZMIESZCZENIEM Al, Fe, Mn, Zn i Cu w GLEBACH LEŚNYCH POD DRZEWOSTANAMI SOSNOWYMI

Zakład Gleboznawstwa i Nawożenia Instytutu Badawczego Leśnictwa,
Warszawa-Sękocin. Kierownik Zakładu — doc. dr hab. A. Kowalkowski

WSTĘP

Planowana intensyfikacja nawożenia lasów sosnowych azotem, fosforem i potasem spowoduje zwiększenie zapotrzebowania roślin na niezbędne mikroelementy. Zarówno ich nadmiary, jak i niedobory w glebie mogą być przyczyną zaburzeń w rozwoju i wzroście roślin. Wynika stąd potrzeba badań nad zawartością mikroelementów w glebach i roślinach leśnych i wzajemną ich relacją.

Celem przeprowadzonych w latach 1973–1975 badań było poznanie zawartości manganu, cynku i miedzi w glebach leśnych pod drzewostanami sosnowymi w niektórych regionach geograficznych Polski. Oprócz wymienionych mikroelementów badano również zawartość glinu i żelaza.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Wytypowane profile znajdują się w następujących regionach geograficznych [3]:

- Pobrzeże Południowobałtyckie: Równina Goleniowska (Goleniów, profil 1) i Wysoczyzna Żarnowiecka (Choczewo, profile 2 i 3),
- Pojezierze Południowobałtyckie: Pojezierze Dobrzyńskie (Lidzbark Działdowski, profil 4) i Równina Wałecka (Jastrowie, profil 5),
- Nizina Śląsko-Łużycka: Bory Dolnośląskie (Węgliniec, profil 6),
- Niziny Środkowopolskie: Wzniesienia Żarskie (Lipinki Łużyckie, profile 7, 8, 9, 10),
- Dolina Dolnej Narwi (Popowo, profile 11, 12, 13, 14),
- Równina Garwolińska (Garwolin, profil 15),

— Równina Piotrkowska (Spała, profile 16, 17, 18).

Analizowane gleby w większości wchodzą w skład klasy gleb bielicoziemnych. Są one wytworzone z piasków luźnych, słabo gliniastych pochodzenia eolicznego, wodnolodowcowego oraz zwałowego. W profilach są wyraźnie rozwinięte poziomy genetyczne *Ofh-AE-Ih-Ife-C* lub *A-Bv-BvC-C*. Gleby te są typowe głównie dla siedlisk borów świeżych (profile 1, 3, 5, 14, 17, 18). Dwa profile wchodzące w skład klasy gleb brunatnoziemnych, wytworzone z gliny zwałowej, reprezentują siedlisko lasu mieszanego świeżego. Większa część badanych gleb ma nieznkształconą budowę profilu; wyjątek stanowią gleby w Popowie (profile 11-14) zmienione wskutek zabiegów eksploatacji i odnowienia lasu oraz gleba w Spale (profil 18) zmieniona przez zanieczyszczenia komunalne.

W próbkach pobranych z poszczególnych poziomów genetycznych profilów glebowych oznaczono: skład mechaniczny — areometrycznie metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, węgiel organiczny metodą Tiurina, pH w KCl elektrometrycznie na pehametrze LBS-66 elektrodą szklaną. Glin, żelazo, mangan, cynk i miedź oznaczono w wyciągu HCl o c.w. 1,10 metodą ASA na aparacie EEL-240 [1, 6, 7, 8]. Wyciągi glebowe w kwasie solnym sporządzono według van Bemmelen-Hissinka [2, 7], zachowując stosunek kwasu solnego do gleby jak 1:10.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badane gleby bielicowe i bielice wytworzone z piasków luźnych i słabo gliniastych (tab. 1, profile 1-6, 10-14) odznaczają się silnie kwaśnym i kwaśnym odczynem. Najwyższe pH w KCl wykazują poziomy *Ofh*, *AE*, *Ih* (od 2,9 do 4,5), a niżej położone poziomy genetyczne w granicach 3,9-5,1. Zawartość węgla organicznego waha się od 0,45-3,14% w poziomach *Ih* do 33,14-50,15% w poziomach *Ofh*.

Zawartość glinu w badanych profilach waha się od 550 do 7000 ppm. Najwięcej jest go w poziomach *Ih* i *Ife*, tzn. od 2800 do 7000 ppm Al. Wyjątek stanowi profil 6 z Węglińca, w którym zawartość glinu w poziomie *Ofh* wynosi 9100, a w poziomie *Ife* 1750 ppm.

Zawartość żelaza w tej grupie gleb waha się w granicach od 320 do 13 250 ppm. Jest ona największa w organicznych poziomach *Ofh* (od około 3500 ppm do 13 250 ppm Fe). W poziomach genetycznych o składzie mechanicznym piasków luźnych zawartość żelaza oscyluje w granicach 320-4300 ppm.

Zawartość manganu w badanych glebach mieści się w granicach od około 13 do 150 ppm. Na ogół najzasobniejsze w mangan są poziomy *Ofh* (100-150). Jednak w profilach Lidzbark, Jastrowie i Węglińiec ob-

Tabela 1

Zawartość Al, Fe, Mn, Zn i Cu w profilach gleb leśnych, ppm s.m. gleby
The Al, Fe, Mn, Zn and Cu content in forest soil profiles, in ppm of d.m. of soil

Nr profilu i siedlisko Profile No. and site	Głębokość pobrania próbki Sampling depth cm	Poziom gene - tozyny Genetic horizon	C %	pH KCl	Zawartość frakcji % Content of fractions, % < 0,02 mm	Wyciąg glebowy w HCl c.w. 1,10 Soil extract in HCl, spec. grav. of 1,10					
						Al	Fe	Mn	Zn	Cu	
						7	8	9	10	11	
1	Goleniów, oddz. 171 b. Bielica żelazisto-próchniczna wytworzona z piasku luźnego, droбно- i średnioziarnistego Goleniów, Sect. 171 b. Iron-humus podzol developed from loose, fine- and medium-grained sand										
	0-9	Ofh	50,15	2,9	-	2800	5000	145,0	175,0	24,50	
	10-17	AE	0,41	3,5	5	1000	780	22,5	13,3	1,20	
	20-25	Ih	1,00	4,3	3	7000	4300	35,0	18,0	1,45	
	30-35	Ife	0,13	4,7	1	3000	2000	25,0	20,0	1,45	
	50-60	C1	0,06	4,8	1	2550	2000	25,0	13,0	1,20	
	70-80	C1	0,03	4,8	2	3000	2850	50,0	16,5	1,45	
	80-90	C2	0,02	4,9	2	3000	4150	72,0	16,5	1,65	
	150-160	C3	0,01	5,0	2	2000	2850	45,0	13,0	1,65	
	2	Choczewo, oddz. 163 j. Bielica próchniczno-żelazista wytworzona z piasku luźnego droбно- i średnioziarnistego Choczewo, Sect. 163 j. Iron-humus podzol developed from loose, fine- and medium-grained sand									
0-5		Ofh	39,60	2,7	-	1100	1500	55,0	65,0	1,40	
6-12		AE	1,89	2,9	6	550	440	25,0	17,5	0,20	
15-20		E	0,49	3,2	2	750	440	25,0	17,5	0,40	
30-40		Ih	3,14	3,5	5	5000	1450	22,5	22,5	0,40	
50-60		Ife	0,40	4,1	2	3800	3050	32,5	50,0	0,40	
90-100		Cg	0,09	4,3	0	2500	1770	32,5	18,5	0,40	
3		Choczewo. Bielica żelazista wytworzona z piasku luźnego droбно- i średnioziarnistego Choczewo. Iron podzol developed from loose fine- and medium-grained sand									
		0-6	Ofh	44,40	2,7	-	1950	1770	65,0	65,0	4,00
		6-18	AE	1,51	2,9	7	1650	1400	45,0	17,5	2,40
	20-40	Ife	0,77	3,9	3	2750	2100	32,5	17,5	2,40	
	70-80	Cg	0,04	4,3	2	2200	1720	47,5	22,5	1,00	
	4	Lidzbarski Działdowski, oddz. 120 a/b. Gleba bielnicowa wytworzona z piasku słaboglinistego na piasku luźnym droбноziarnistym Lidzbarski Działdowski, Sect. 120 a/b. Podzolic soil developed from weakly loamy sand on loose fine-grained sand									
		0-8	Ofh	33,60	3,0	-	2550	3500	117,5	63,0	12,00
		6-8	AE	2,63	3,4	6	3000	3650	52,5	22,5	2,45
		10-20	Ih	1,66	4,2	7	3550	3750	152,5	15,0	1,65
		25-30	Ife	0,31	4,6	4	4550	3900	125,0	18,0	1,65
55-65		C1	0,06	4,8	1	2800	3000	72,5	15,0	1,45	
80-90		C2	0,02	4,8	1	2000	3050	62,5	16,5	1,45	

serwuje się wzbogacenie w ten pierwiastek niżej leżących poziomów genetycznych, co związane jest z genezą tych gleb.

Najwyższą akumulację cynku i miedzi stwierdzono w organicznych poziomach gleb. Zawartość cynku waha się w nich od 50 do 80 ppm z wyjątkiem profilu z Goleniowa, gdzie w poziomach Ofh znaleziono

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
5	Bów	Jastrowie, oddz. 244 c. Gleba bielnicowa wytworzona z piasku słabogliniastego na piasku luźnym Jastrowie, Sect. 244 c. Podzolic soil developed from weakly sand on loose sand											
		0-6	Ofh	46,51	3,0	-	2000	11500	100,0	86,0	14,50		
		6-12	AE	1,55	3,5	6	2350	2750	52,0	18,0	2,10		
		12-19	Ih	0,75	4,5	6	3250	3250	297,0	27,5	2,85		
		30-40	Ife	0,08	4,7	2	3000	2850	45,0	11,8	1,65		
		70-80	C2	0,03	4,9	2	1750	2500	107,0	11,8	1,85		
		120-130	C2	0,02	5,1	1	1700	2200	90,0	10,0	1,85		
		130-170	C3	0,01	5,1	1	1700	1900	80,0	21,3	2,25		
		Węgliniec, oddz. 218 a. Gleba bielnicowa wytworzona z piasku luźnego różno-ziarnistego średnio- i silnie szkieletowego Węgliniec, Sect. 218 a. Podzolic soil developed from loose differently grained sand with medium and high skeleton content											
		6	Bów	0-7	Ofh	34,90	3,3	-	9100	13250	117,5	57,3	38,50
8-15	AE			1,36	3,1	5	2550	2150	72,5	13,3	1,65		
15-25	Ih			0,44	3,9	3	2800	3500	35,5	28,5	1,85		
40-50	Ife			0,05	4,0	3	1750	3760	45,5	18,5	2,10		
65-75	Ife _g			0,02	4,2	1	2000	3760	72,0	16,5	1,85		
70-80	Ag			0,07	3,8	1	2200	3980	990,0	18,0	2,65		
100-110	C1 _g			śl.	4,4	0	4400	1630	162,0	13,5	1,65		
110-120	C2 _g			śl.	3,0	0	5500	1890	432,0	13,0	1,85		
130-140	C3 _g			śl.	4,0	0	6600	2150	35,0	13,5	1,65		
Lipinki Łużyckie, oddz. 220 d. Gleba bielnicowa wytworzona z piasku gliniastego lekkiego, szkieletowego naźwirowego Lipinki Łużyckie, Sect. 220 d. Podzolic soil developed from light loamy sand with an admixture of skeleton, on gravel													
7	Bów	0-8	Ofh	33,14	3,5	-	11100	9500	216,0	90,0	18,50		
		8-12	AE	1,63	3,6	11	8200	7600	62,5	27,5	3,35		
		12-18	Ih	1,36	4,1	11	4750	7600	62,0	28,5	2,85		
		25-30	Ife	0,38	4,5	13	3350	9450	62,5	36,0	4,35		
		60-70	C1	0,08	4,4	7	4400	6500	52,5	25,5	3,10		
		80-90	C2	0,01	4,4	5	6800	4600	72,5	30,0	5,40		
		130-140	C3	0,03	4,6	6	7800	4600	152,5	24,3	4,75		
		Gleba bielnicowa wytworzona z piasku gliniastego lekkiego naźwirowego Podzolic soil developed from light loamy sand on gravel											
		8	Bów	0-7	Ofh	31,36	3,1	-	4400	8000	125,0	63,0	16,50
				15-20	Ih	1,00	4,2	14	6800	7600	52,0	21,0	3,30
30-40	Ife			0,30	4,3	14	7800	6900	52,5	21,5	2,85		
55-65	C2			0,07	4,4	13	6800	8150	62,5	21,0	3,35		
100-110	C3			0,03	4,4	6	4550	4950	100,0	13,0	3,50		
Gleba bielnicowa wytworzona z piasku gliniastego lekkiego na piasku słabogliniastym Podzolic soil developed from light loamy sand on weakly loamy sand													
9	Bów	0-5	Ofh	36,94	3,4	-	4200	9500	80,0	50,5	18,50		
		5-10	AE	1,42	3,9	11	5750	6250	62,5	22,5	3,00		
		15-20	Ih	0,69	4,4	12	6800	6050	62,0	22,5	3,40		
		40-50	C2	0,03	4,5	9	5500	4600	52,5	16,5	7,50		

175 ppm Zn. Zawartość miedzi w poziomach Ofh wynosi 12-33 ppm. W niżej położonych poziomach zawartość obydwu pierwiastków wyraźnie maleje: w przypadku cynku do 10-30 ppm, a miedzi do 1-3 ppm.

od. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	0-7 7-11 15-20 30-35 Baw 50-60 75-85 110-120 160-170	Lipinki Łużyckie, oddz. 36 j. 50 b. Gleba bielnicowa wytworzona z piasku słabogliniastego na piasku luźnym Lipinki Łużyckie, Sect. 36 j. 50 b. Podzolic soil developed from weakly loamy sand on loose sand								
		Ofh	28,26	3,1	-	3555	8500	125,0	55,0	18,50
		AE	1,17	3,8	5	3550	2490	26,5	13,3	1,85
		Ih	0,45	3,9	6	4000	2700	26,5	15,0	1,65
		Ife1	0,21	4,1	3	4400	2300	22,5	18,0	1,65
		Ife2	0,06	4,1	2	2500	1430	76,0	8,5	1,85
		U2	śl.	4,1	1	1550	650	10,5	12,5	2,65
		C3	śl.	4,4	0	1750	920	13,5	25,5	2,25
		C3g	śl.	4,1	1	2800	1300	13,5	18,0	2,25
		Popowo, oddz. 280- Gleby wytworzone z piasków słabogliniastych na piaskach luźnych Popowo, Sect. 280. Soils developed from weakly loamy sands on loose sand								
11	5-10 20-25 50-55 Baw 85-90 170-175	Ap	1,56	4,0	5	2750	2160	55,0	35,0	0,40
		Bv	0,29	4,5	3	4700	2700	65,0	22,5	0,20
		BvC	0,09	4,8	1	2750	2010	32,5	17,5	0,40
		C	0,05	4,8	1	2200	1530	45,0	17,5	0,20
		C	0,01	4,9	1	1400	950	12,5	17,5	0,20
Gleba rdzawa bielnicowana - Rusty podzolic soil										
12	0-5 8-12 20-25 Baw 50-55 80-85 165-170	Ap	1,30	3,5	5	1950	1580	32,5	30,0	1,60
		E	0,81	3,6	3	2200	1580	32,5	17,5	1,60
		Bv	0,37	4,3	3	4150	2810	45,0	12,5	1,00
		BvC	0,06	4,6	1	2200	1150	25,0	10,0	0,40
		C	0,04	4,7	0	1950	1200	25,0	10,0	1,00
		C	0,02	4,8	1	1950	1200	25,0	12,5	1,00
Gleba rdzawa - Rusty soil										
13	0-10 20-25 Baw 50-55 80-85 155-160	Ap	1,54	3,7	6	2500	1820	32,5	12,5	1,60
		Bv	0,41	4,5	3	4700	4000	45,0	22,5	2,40
		BvC	0,06	4,7	0	2200	1150	25,0	15,0	0,40
		C	0,03	4,8	0	1650	1300	25,0	17,5	0,40
		C	0,01	5,0	0	1650	1050	25,0	17,5	0,20
Gleba rdzawa - Rusty soil										
14	5-10 20-25 Baw 55-60 95-100 165-170	Ap	1,26	3,7	4	2500	1620	45,0	17,5	2,40
		Bv	0,27	4,5	4	4700	3050	32,5	22,5	2,80
		BvC	0,05	4,8	1	1950	1150	12,5	17,5	1,60
		C	0,03	5,0	1	1950	320	12,5	12,5	0,40
		C	0,01	5,1	2	1650	1110	25,0	12,5	0,40

Gleby o składzie mechanicznym piasków luźnych (profile 2 i 3 z Choczewa, wydmy nadmorskie) i piaski terasowe fluwioglacjalne (profile 11-14 z Popowa) zwracają uwagę niską zawartością omawianych mikroelementów. Manganu znajduje się tam od 13 do 65 ppm, cynku 10-65 ppm, miedzi 0,2-4 ppm. Wyższe wartości odnoszą się do poziomów organicznych i organiczno-mineralnych.

Gleby bielnicowe wytworzone z piasków gliniastych (tab. 1, profile

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
15	LM św	Garwolin, oddz. 168 a. Gleba opadowo-glejowa wytworzona z piasków gliniastych zalegających płytko na glinie pływkoj									
		Garwolin, Sect. 168 a. Pseudo-gley soil developed from shallow loamy sand on shallow loam									
		O1	43,52	5,1	-	1420	1240	1120,0	135,0	8,10	
		3-5	Ofh	25,40	4,2	-	4810	5000	560,0	65,0	7,30
		3-5	A	2,95	3,6	13	5430	7650	200,0	35,1	6,00
		26-16		0,52	3,9	13	5800	8500	270,0	25,0	6,00
		20-30	Bv	0,44	4,0	19	6680	7500	240,0	30,0	5,80
		35-45		0,50	4,1	34	19050	16800	150,0	43,0	8,10
		50-60	D1g	0,20	3,9	33	17000	20800	120,0	35,0	7,30
		50-60	Klasyfikacja	0,04	4,4	3	3190	4600	70,0	15,0	3,80
		90-100		0,17	4,4	23	12930	15600	120,0	35,0	6,60
135-145	D2g	0,07	4,6	29	15950	19400	190,0	38,0	17,00		
170-180		0,05	5,1	29	15200	13200	170,0	35,0	9,10		
200-205	D3g	0,04	7,2	32	15100	13800	240,0	35,0	9,50		
16	LM św	Spała, oddz. 122. Gleba brunatna wytworzona z gliny średniej pylastej									
		Spała, Sect. 122. Brown soil developed from medium silty loam									
		0-5	Ofh	21,95	4,6	-	6700	6000	1550,0	155,0	7,50
		5-10	A	1,08	3,5	35	15100	8400	780,0	43,0	5,50
		20-25	Bv	0,54	3,7	37	14200	8400	780,0	43,0	5,80
		50-60	C	0,15	4,4	20	6920	18600	190,0	20,0	6,00
80-90	CD	śl.	4,5	40	24050	23600	310,0	43,0	20,00		
100-150	D	śl.	5,0	38	20030	19400	310,0	38,0	17,00		
17	Bśw	Spała, oddz. 174. Gleba rdzawa bielcowana wytworzona z piasku słabogliniastego na glinie lekkiej pylastej podszielonej piaskiem gliniastym mocnym									
		Spała, Sect. 174. Rusty podzolic soil developed from weakly loamy sand on light silty loam underlain by heavy loamy sand									
		0-5	Ofh	33,47	4,1	-	4600	4000	630,0	183,0	8,40
		7-12	AE	1,94	4,1	6	3580	3000	410,0	20,0	3,80
		12-18	Bv	0,41	4,5	7	4180	3300	330,0	17,5	2,30
		35-45	BvC	0,11	4,9	7	5000	4200	220,0	17,5	2,30
		60-70	C1	0,03	5,3	3	3400	2100	50,0	15,0	2,30
120-130	D1	śl.	3,8	21	1420	8400	70,0	17,5	5,50		
150-180	D2	śl.	4,4	16	8350	8600	120,0	17,5	5,50		
18	Bśw	Spała, oddz. 252. Gleba skrytobielcowa wytworzona z piasku luźnego, zmieniona w wyniku zanieczyszczeń komunalnych									
		Spała, Sect. 252. Pseudo podzolic soil developed from loose sand, transformed under the municipal contamination effect									
		0-5	Ofh	43,34	3,8	-	3020	3800	2400,0	215,0	20,00
		5-10	A	2,67	3,4	6	3020	2200	220,0	20,0	2,30
		15-20	AE	0,65	3,9	6	3810	2460	350,0	15,0	2,00
		40-50	I	0,20	4,2	4	3400	2450	85,0	15,0	2,60
		60-70	C1	0,07	4,2	1	2840	1920	50,0	17,0	1,70
		100-110	C2	0,03	4,8	0	1450	1000	30,0	15,0	1,50
150-180		śl.	5,1	0	1550	840	70,0	15,0	1,70		

7, 8, 9) i rdzawe bielcowane z piasków słabo gliniastych na glinie lekkiej (tab. 1, profil 17) odznaczają się odczynem kwaśnym; pH w KCl w poszczególnych poziomach genetycznych oscyluje w granicach 3,2-5,3, zawartość zaś węgla organicznego od około 0,7% w poziomach *Bv* do 36,94% w poziomie *Ofh*. Gleby te zawierają większe ilości badanych

pierwiastków w stosunku do gleb bielcowych i bielic, co związane jest z większym udziałem frakcji $<0,02$ mm.

Zawartość glinu w poszczególnych profilach glebowych waha się w granicach od około 3000 do 11 000 ppm; wyraźnie wzbogacone w ten składnik są poziomy *Ih* i *Ife*. Na ogół jednak wzrost ilości glinu w poszczególnych poziomach związany jest z większą zawartością frakcji $<0,02$ mm. W jednym tylko przypadku obserwuje się odwrotną zależność, mianowicie w glebie rdzawej bielcowanej ze Spały (profil 17), gdzie przy zawartości 21% frakcji $<0,02$ mm zawartość glinu wynosiła 1420 ppm. Jednocześnie w tym poziomie obserwuje się wzrost zawartości żelaza do 8400 ppm. Natomiast w pozostałych poziomach genetycznych tej gleby zawartość frakcji $<0,02$ waha się od 3 do 21%, a zawartość glinu od 3400 do 8350 ppm. Zawartość żelaza w omawianych glebach waha się od około 2000 do 10 000 ppm.

Ilości manganu znalezione w tych glebach (tab. 1, profile 7, 8, 9 i 17) mieszczą się w granicach od 52 do 216 ppm. Najwyższą akumulację manganu stwierdzono w poziomach *Ofh*, gdzie jest go od 80 do 216 ppm. W niżej położonych poziomach genetycznych ilości te maleją do kilkudziesięciu ppm Mn.

Zawartości miedzi i cynku w poziomach *Ofh* badanych gleb bielcowych i rdzawych bielcowanych wytworzonych z piasków gliniastych i słabo gliniastych (profile 7, 8, 9, 17) nie odbiegają od zawartości tych pierwiastków w glebach wytworzonych z piasków luźnych i wynoszą: miedzi 8 do 18 ppm, cynku 50 do 183 ppm. W mineralnych poziomach zawartość tych pierwiastków jest większa niż w glebach wytworzonych z piasków luźnych — miedzi jest od 3 do 7 ppm, a cynku od 15 do 30 ppm.

Oddzielnego omówienia wymaga gleba skrytobielicowa (profil 18 ze Spały), w której zawartość mikroelementów w wierzchnich poziomach genetycznych jest wyższa niż w pozostałych glebach i wynosi: manganu od 350 do 2400 ppm, cynku od 15 do 215 ppm, a miedzi od 2,6 do 20 ppm. Zawartość tych pierwiastków maleje wraz z głębokością, osiągając wartości znalezione w glebach bielicoziemnych o podobnym uziarnieniu. Jest to skutek zanieczyszczenia wierzchnich warstw tej gleby ściekami komunalnymi.

W glebie opadowo-glejowej wytworzonej z piasku gliniastego na glinie (tab. 1, profil 15) zawartość glinu i żelaza w poszczególnych poziomach genetycznych waha się od 1200 do 20 000 ppm. Jest to związane ze różnicowaniem w profilu frakcji $<0,02$ mm od 3 do 34%.

Zawartość manganu w profilu tej gleby jest najwyższa w poziomach organicznych *Ol* i *Ofh* i wynosi odpowiednio 1120 i 560 ppm. W niżej położonych mineralnych poziomach genetycznych waha się od 70 do 270

ppm Mn, co na ogół wiąże się z zawartością części $<0,02$ mm w tych poziomach. Akumulacja cynku jest również najwyższa w organicznych poziomach *Ol* i *Ofh* i w przypadku poziomu *Ol* wynosi 135 ppm, a w *Ofh* 65 ppm. Zawartość cynku w mineralnych poziomach gleby jest znacznie mniej zróżnicowana i waha się od 25 do 43 ppm, z wyjątkiem kieszeni piasku luźnego (głębokość 50–60 cm), gdzie wynosi 15 ppm. W przypadku miedzi obserwuje się tylko nieznaczne podwyższenie zawartości w poziomie *Ol* i *Ofh*. W poziomie *Ol* zawartość miedzi wynosi 8,1 ppm, w poziomie *Ofh* 7,3 ppm, w poziomie *Bv* około 6 ppm, a w poziomie *D_{2g}* wzrasta do 17 ppm.

W glebie brunatnej ze Spały (tab. 1, profil 16) wytworzonej z gliny średniej zawartości żelaza i glinu wiążą się przede wszystkim z zawartością części $<0,02$ mm. Natomiast zawartość manganu tak jak poprzednio jest najwyższa w organicznym poziomie *Ofh* i wynosi 1550 ppm. W niżej położonych poziomach *A* i *Bv* wynosi około 800 ppm, a w poziomach *C* i *D* maleje do około 200–300 ppm Mn.

Największe nagromadzenie cynku w omawianym profilu obserwuje się w poziomie *Ofh*, gdzie wynosi ono 155 ppm. W mineralnych poziomach genetycznych jego zawartość utrzymuje się w granicach 20–43 ppm, w zależności od składu mechanicznego. Interesująca jest najniższa koncentracja tego składnika w poziomie *C*, podobnie jak glinu i manganu.

Zawartość miedzi w omawianym profilu jest największa w poziomie *D* i wynosi 17–20 ppm w porównaniu do 7,5 ppm w poziomie *Ofh* oraz 5,5–6,0 ppm w poziomach *A*, *Bv*, *C*.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Różna zasobność w mangan, cynk i miedź omawianych typów gleb, reprezentujących siedliska boru świeżego i lasu mieszanego, wiąże się z zasobnością w te składniki ich skał macierzystych.

W glebach bielicoziemnych o składzie mechanicznym piasków luźnych, słabo gliniastych i gliniastych zawartość mikroelementów manganu, cynku i miedzi w organicznych poziomach genetycznych gleb związana jest z naturalną akumulacją biologiczną. Wzbogacenie w te pierwiastki, szczególnie w mangan, poziomów mineralnych jest wynikiem obecności jego związków w skale macierzystej. Natomiast obserwowany wzrost zawartości Mn w poziomach *Ih* wystąpił w wyniku akumulacji iluwialnej.

Zwiększenie zawartości mikroelementów w poziomach organicznych następuje w wyniku pobierania przez rośliny składników pokarmowych z gleby, a następnie ich powrotu do gleby w postaci opadu ściółki.

W glebach pod około 15-letnią uprawą sosnową (tab. 1 profile 11-14) nie wykształcił się jeszcze poziom *Ofh*. W poziomie akumulacyjno-próchnicznym *Ap*, zmienionym przez uprawę mechaniczną, nie stwierdzono wzbogacenia w mikroelementy w stosunku do niżej położonych poziomów genetycznych. Natomiast podwyższona zawartość oznaczonych mikroelementów na głębokości 20-25 cm w poziomach *Bv* jest wynikiem kumulacji biologicznej w poprzednim cyklu produkcyjnym.

W większości badanych gleb pod drzewostanami sosnowymi występuje poziom *Ofh*. Zasobność mikroelementów w nim różnicuje się w zależności od zasobności skały macierzystej w te składniki (tab. 1, profile 1, 2, 3). Na glebach zasobniejszych (wytworzonych z piasków słabo gliniastych i gliniastych) zawartość Mn w poziomach *Ofh* dochodzi do 560 ppm. W przypadku cynku i miedzi zależności między akumulacją biologiczną w poziomie *Ofh* i zasobnością gleby w te składniki są mniej wyraźne, co prawdopodobnie jest związane z ich małą zawartością w glebach, jak również niewielkimi wymaganiami pokarmowymi sosny w stosunku do tych składników.

Wyniki analiz przebadanych gleb w wyciągu kwasu solnego o ciężarze właściwym 1,10 wskazują, że zawartość oznaczanych mikroelementów w poziomach *Ol*, *Ofh*, *AE*, *Bv* układa się w następujący szereg: $Mn > Zn > Cu$. Układ ten jest podobny do szeregu ilościowego otrzymywanego dla całkowitych i przyswajalnych zawartości omawianych pierwiastków stwierdzonych w glebach leśnych Polski [4, 5].

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych wyników badań można sformułować następujące wnioski:

1. Zasobność badanych gleb leśnych w mikroelementy zależy głównie od zasobności w nie skały macierzystej.

2. Gleby bielicoziemne wytworzone z piasków wykazują mniejszą zawartość Mn, Zn i Cu w poszczególnych poziomach genetycznych niż gleba opadowoglejowa i gleba brunatna wytworzona z glin.

3. W badanych profilach gleb leśnych zawartość mikroelementów jest na ogół najwyższa w poziomach organicznych *Ol* i *Ofh*, niekiedy w poziomach iluwalnych *Ih* i *Ife*, kilkakrotnie przewyższa ilości znajdujące w niżej zalegających mineralnych poziomach genetycznych tych gleb.

4. Zróżnicowanie zawartości Mn, Zn i Cu w mineralnych poziomach gleb wytworzonych z piasków jest mniejsze niż w glebach wytworzonych z glin, co jest związane z większym zróżnicowaniem uziarnienia tych gleb.

5. Zawartość Al i Fe w poszczególnych poziomach badanych gleb zależy od ich składu mechanicznego. W poziomach *O₁* i *O_{fh}* gleb wytworzonych z piasków gliniastych na glinie i z glin zawartość tych składników jest bezwzględnie większa niż w poziomach wytworzonych z piasków. Jest ona jednak niższa niż w poziomach o składzie mechanicznym piasków gliniastych i glin.

*

Wyrażam podziękowanie technikowi T. Matysiakowi za pomoc techniczną przy wykonywaniu niniejszej pracy.

LITERATURA

- [1] Atomic absorption analytical methods. Evans Electroelenium Limited, London 1971.
- [2] Boratyński K., Roszykowska S., Turyna Z. i Roszyk E.: Porównanie metod sporządzania wyciągów glebowych kwasem solnym. Roczn. glebozn. 5, 1956, 171-203.
- [3] Kondracki J., Ostrowski J.: Narodowy Atlas Polski ZNiO, PAN Warszawa-Wrocław 1974, s. 41.
- [4] Mucha W., Szymańska M.: Występowanie niektórych mikroelementów w glebach bielicach. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1976, 179, 413-418.
- [5] Mucha W., Sienkiewicz A., Szymańska M.: Występowanie niektórych mikroelementów w różnych poziomach gleb bielcowych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1976, 179, 407-412.
- [6] Slavin W.: Atomic absorption spektroskopy. J. Willey and Sons, New York-London-Sydney 1968.
- [7] Szczubiałka Z.: Badania zawartości mikroelementów w glebach niektórych nieużytków w celu określenia przyczyn niskiej produktywności tych gleb. Dokumentacja IBL, Warszawa 1975. Biblioteka IBL.
- [8] Walsh L. M.: Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin 1971.

З. ШУБЯЛКА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ Al, Fe, Mn, Zn и Cu В ЗЕЛЕННЫХ ПОЧВАХ ПОД СОСНОВЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ

Отделение почвоведения и удобрения,
Исследовательский институт лесоводства, Варшава-Сенкоцин

Резюме

Проведенные в различных районах Польши определения Al, Fe, Mn, Zn и Cu в лесных почвах занятых сосновыми насаждениями приводят к следующим выводам:

1. Обеспеченность испытанных лесных почв микроэлементами зависит в главном от обогащенности ими материнской породы.

2. Подзолосемы образованные из песков имеют более скудное содержание Mn, Zn и Cu в отдельных генетических горизонтах чем осадочноглеевая и бурая почва образованная из глин.

3. В испытанных профилях лесных почв содержание микроэлементов является самым высоким и перегнойных горизонтах *Ol* и *Ofh* иногда в иллювиальных горизонтах *Ih* и *Ife* бывает оно в несколько раз выше от количества находящихся в нижележащих минеральных генетических горизонтах этих почв.

4. Дифференциация содержания Mn, Zn и Cu в минеральных горизонтах почв образованных из глин, что связано с большей дифференцированностью этих почв.

5. Содержание Al и Fe в отдельных горизонтах исследованных почв зависит от механического состава. В горизонтах *Ol* и *Ofh* почв образованных из супесей залегающих на глине и из глин содержание названных элементов безусловно выше, чем в таких-же горизонтах почв образованных из песков. Это содержание однако меньше чем в горизонтах с механическим составом суглинков и глин.

Z. SZCZUBIAŁKA

INVESTIGATIONS ON THE Al, Fe, Mn, Zn and Cu DISTRIBUTION IN FOREST SOILS UNDER THE PINE STANDS

Department of Soil Science and Fertilization, Forestry Research Institute,
Warszawa-Sękocin

Summary

In various Poland's regions the Al, Fe, Mn, Zn and Cu content in forest soils under pine stands was determined. The results obtained allow to draw the following conclusions:

1. The abundance of forest soils under study in minor elements depends principally on their content in the parental rock.

2. Podzolic soils developed from sands show a less content of Mn, Zn and Cu in particular genetic horizons than pseudogley soil or brown soil developed from loam.

3. In the forest soil profiles investigated the content of minor elements is, as a rule, the highest in organic horizons of *Ol* and *Ofh* and sometimes in illuvial horizons of *Ih* and *Ife*, being several times higher than the content of the above elements in lower mineral horizons of these soils.

4. Differentiation of Mn, Zn and Cu content in mineral horizons of soils developed from loam is much higher than content of these elements in the soils developed from sands.

5. The Al, and Fe content in particular horizons of the soils investigated depends on the mechanical composition of these soils. In the *Ol* and *Ofh* horizons of the soils developed from loamy sands on loam and from loams the content of the above elements is much higher than in the horizons developed from sands. However, it is less than in the horizons with the mechanical composition of loamy sands and loams.

