

WIESŁAW MACIASZEK

PRYSWAJALNE MIKROSKŁADNIKI (Mn, Zn, Cu, B i Mo)
W GLEBACH LEŚNYCH WYTWORZONYCH ZE SKAŁ FLISZU
KARPACKIEGO

Zakład Ekologii Lasu Akademii Rolniczej w Krakowie

WSTĘP

W glebach leśnych Karpat fliszowych oznaczono zawartość manganu dostępnego i wykazano, że wysoka koncentracja tego pierwiastka w wierzchnich warstwach gleby jest jedną z przyczyn zamierania siewek jodły [8].

Brak jest jednak kompleksowego opracowania omawiającego zarówno rozmieszczenie, jak zawartość przyswajalnych mikroelementów oraz związki pomiędzy podstawowymi właściwościami fizykochemicznymi a zawartością tych pierwiastków w glebach naturalnych zespołów leśnych Karpat fliszowych. Niniejsza praca stanowi próbę wypełnienia tej luki informacyjnej i jest uzupełnieniem badań nad całkowitą zawartością mikroelementów w górskich glebach leśnych [9].

METODYKA

Do badań nad zawartością przyswajalnych mikroskładników wybrano gleby, w których oznaczono całkowitą zawartość tych pierwiastków oraz podstawowe właściwości fizykochemiczne (skład granulometryczny, odczyn, zawartość próchnicy i in.). Wyniki wspomnianych oznaczeń, kryteria wyboru i charakterystykę gleb przedstawiono w poprzednim opracowaniu [9].

Ogółem przeanalizowano 150 próbek gleby i ścioly pochodzących z 26 odkrywek glebowych, w tym profile: 5 biellic, 5 gleb bielicowych i 16 gleb brunatnych. Zostały one wytworzone ze skał warstw: godulskich, istebniańskich, krośnieńskich, ciężkowickich, podmagurskich i magurskich. Skały tych warstw tworzą podstawowe kompleksy litologiczno-glebowe i siedliskowe piętra regła dolnego w Karpatach fliszowych.

Przyswajalne mikroskładniki oznaczono kolorymetrycznie według następujących metod:

- mangan w wyciągu siarczynowym o pH 8,0 według Schachtschabela,
- cynk w wyciągu Veera-Somera (0,1 N HCL) metodą ditizonową,
- miedź w wyciągu Westerhoffa metodą Scharrera i Schaumlöffela,
- bor w wyciągu Bergera i Truoga metodą kurkuminową,
- molibden według zmodyfikowanej metody Grigga.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

W poziomach genetycznych badanych gleb stwierdzono znaczne wahania koncentracji mikroelementów, a mianowicie: Mn 0,5 — 1024 ppm, Zn 0,7 — 224 ppm, Cu 0,1 — 15,7 ppm, B 0,14 — 4,68 ppm, Mo 0,02 — 0,88 ppm (tab. 1 i 2). Najmniejsze ilości mikroelementów oznaczono w glebach bielcowych i bielcach o piaszczystym lub piaszczysto-gliniastym składzie granulometrycznym. Powstały one z gruboławicowych piaskowców i zlepieńców warstw istebniańskich i ciężkowickich (profile: 2, 3, 21, tab. 1). Z kolei najwięcej mikroelementów zawierają gleby brunatne oglejone, gliniasto-ilaste, wytworzone z utworów piaskowcowo-łupkowych i łupków ilastych warstw: podmagurskich, magurskich i krośnieńskich (profile: 7, 20, 26, tab. 2). Zawartość mikroskładników w glebach leśnych regla dolnego Karpat fliszowych jest taka sama, jak w glebach występujących w innych regionach Polski [1, 2]. Wyjątek stanowi jednak Mn i Zn, których koncentracja ulega większym wahanom (tab. 1, 2, 3).

W badanych glebach zaznacza się wyraźnie biologiczna akumulacja wszystkich oznaczonych mikroelementów w poziomach próchnicy nadkładowej (A_{oL} , A_{oF} , A_{oFH} , A_{oH} , tab. 1—4). Rozmieszczenie mikroelementów w obrębie mineralnej części profilów badanych gleb wykazuje prawidłowości związane z kierunkiem rozwoju procesu glebotwórczego. W glebach brunatnych całkowitą największą zawartością mikroskładników wyróżniają się poziomy mineralno-próchniczne A_1 . W głąb profilu glebowego zawartość tych pierwiastków zmniejsza się (podobnie jak zawartość próchnicy) i z reguły nie osiąga takich koncentracji jak w poziomie A_1 (tab. 2—4). Prawidłowości tej nie potwierdzają gleby brunatne nie całkowicie oglejone, w których stwierdzono wzrost zawartości Mn, Cu, B i Mo w warstwach podścielających (tab. 4). Zawartość miedzi w warstwach podścielających przekracza niekiedy ilości tego składnika w poziomach mineralno-próchnicznych (profile 7, 20, tab. 2). W glebach skrytobielcowych wytworzonych z piaskowców warstw godulskich, na których występuje zbiorowisko kwaśnej buczyny górskiej (*Luzulo-*

Tabela 1

Zawartość przyswajalnego Mn, Zn, Cu, B i Mo w bielicach /1.a.-b./ i glebach bielicowych /2 a.-b./
Content of available Mn, Zn, Cu, B and Mo in podzols and podzolic soils

Położenie i wysokość Location and altitude	Podłoże skalne Parent rock material	Nr profilu Profile No.	Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Zbiornisko leśne Forest community /Drzewostan/ /forest stand/
					ppm					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1a. Bielica żelazisto-próchnicza - Ferruginous-humous podzol										
Beskid Śląski Mts. /Gańcówka/ Mt. 860 m n.p.m. a.s.l.	Zlepienie warstw Istebniańskich. Conglomerate, Istebna beds	2	0-3	A _{0L}	80,0	58,5	11,4	3,14	0,60	Abieti-Piceetum montanum /10 Św/
			3-10	A _{0FH}	29,5	45,7	12,1	1,94	0,40	
			10-16	A ₁	3,0	4,8	1,2	0,92	0,10	
			16-25	A ₂	2,2	4,0	0,5	0,41	0,08	
			25-33	B _h	1,5	3,9	0,2	0,39	0,29	
			33-85	B _f	0,7	1,8	0,4	0,38	0,25	
85-130	BC	3,5	1,0	0,3	0,36	0,23				
1b. Bielica żelazista - Ferruginous podzol										
Beskid Śląski Mts. /Barania Góra/ Mt. 980 m n.p.m. a.s.l.	Płaskowiec warstw Istebniańskich Sandstone, Istebna beds	3	0-2	A _{0L}	141,5	67,5	9,7	3,61	0,20	Abieti-Piceetum montanum /7 Św, 3 Jd, poj. Bk/
			2-5	A _{0FH}	40,0	31,6	8,9	2,19	0,44	
			5-9	A ₁	8,0	9,7	2,2	0,59	0,11	
			9-16	A ₂	4,5	4,9	0,7	0,35	0,08	
			16-28	B _f	2,0	4,3	2,0	0,23	0,16	
			28-95	B	4,0	3,1	1,1	0,33	0,14	
95-130	BC	5,0	3,4	0,8	0,30	0,13				
Gorce Mts. /Rezerwat Turbacz/ 1080 m n.p.m. a.s.l.	Płaskowiec warstw magurskich Sandstone, Magura beds	16	0-2	A _{0L}	228,0	41,6	3,7	2,20	0,54	Piceetum abieteto- sum /6 Św, 3 Jd, 1 Bk/
			2-4	A _{0F}	57,0	35,0	8,7	1,94	0,40	
			4-6	A _{0FH}	51,0	23,8	7,3	1,66	0,27	
			6-22	A ₂	2,0	2,9	0,6	0,66	0,10	
			22-38	B _f	4,0	4,8	1,2	0,33	0,28	
			32-80	B	4,0	4,9	0,8	0,43	0,23	
80-120	BC	4,0	6,3	0,8	0,54	0,29				

cd. tabeli 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2a. Gleba bielocowa właściwa - Typical podzolic soil										
Beskid Niski Mts. /Jelenia Góra/ Mt. 545 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowce warstw ciężkowickich	21	0-3	A _{OL}	914,0	112,1	11,8	3,26	0,88	Abies alba /6 Jd, 3 Bk, 1 Św/
			3-5	A _{OFH}	255,0	71,6	8,2	2,83	0,45	
			5-7	A ₁	20,0	17,2	1,1	1,08	0,09	
			7-20	A ₂	2,0	1,5	0,1	0,18	0,02	
			20-65	B	4,0	2,0	0,3	0,24	0,04	
65-115	B	75,0	2,2	0,2	0,26	0,17				
115-140	BC	11,0	1,3	0,4	0,28	0,07				
Beskid Śląski Mts. /Górka Motykowa/ Mt. 780 m n.p.m. a.s.l.	Sandstone, Ciężkowice beds	4	0-1	A _{OL}	494,5	79,6	7,4	2,68	0,50	Abieti-Piceetum montanum /10 Św, poj. Bk/
			1-4	A _{OFH}	268,7	67,6	8,2	1,51	0,31	
			4-8	A ₁	70,5	9,2	1,3	0,72	0,15	
			8-15	A ₂	44,0	8,1	0,7	0,27	0,11	
			15-50	B	186,0	4,7	1,1	0,35	0,12	
50-130	BC	14,0	3,7	0,8	0,21	0,10				
Beskid Śląski Mts. /Rezerwat Bukowice nad Olzą/ 550 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowce i łupki ilaste warstw Istebniańskich Sandstone and clay shale, Istebna beds	1	0-2	A _{OL}	220,0	78,0	11,9	3,45	0,42	Abieti-Piceetum montanum /10 Św, poj. Bk/
			2-4	A _{OFH}	72,0	55,6	10,5	2,72	0,40	
			4-6	A ₁	5,0	9,2	1,4	0,74	0,17	
			6-14	A ₂	4,0	3,8	0,4	0,40	0,08	
			14-50	B	2,0	3,4	0,7	0,50	0,15	
50-98	BD	9,0	2,1	1,3	0,30	0,09				
98-120	D ₁	13,5	2,9	3,7	0,46	0,10				
2b. Gleba skrytobielocowa - Cryptopodzolic soil										
Beskid Mały Mts. /Potrójna/ Mt. 840 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowce warstw godulskich /poziom średkowy/ Sandstone, Godula beds /średniy horizon/	12	0-1	A _{OL}	630,0	131,1	15,1	4,68	0,27	Luzulo-Fagetum /4 Św, 6 Bk/
			1-3	A _{OFH}	187,0	100,5	15,7	3,10	0,40	
			3-6	A ₁ A ₂	27,0	12,2	2,2	0,67	0,23	
			6-30	B	35,5	5,7	1,9	0,40	0,18	
			30-60	BC	14,0	2,0	1,4	0,28	0,14	
Rezerwat - Reservation /nature protection unit/ Św - Picea excelsa, Jd - Abies alba, Bk - Fagus sylvatica Mts. - mountain range, Mt. - mountains										

Zawartość przyswajalnego Mn, Zn, Cu, B i Mo w glebach brunatnych /3a - f/
Content of available Mn, Zn, Cu, B and Mo in brown soil

Położenie i wysokość Location and altitude	Podłoże skalne Parent rock material	Nr profilu Profile No.	Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Zbiornisko lasne Forest community /Drzewostan Forest stand/
					ppm					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3a. Gleba brunatna kwaśna - Acid brown soil										
Beskid Śląski Mts. /Rezerwat Stoki Szyndzielni/ 850 m n.p.m. a.s.l.	Piaszkowiec warstw godulek /poziom górny/	9	0-2	A _{0L}	124,0	221,1	14,3	2,62	0,32	Fagetum carpaticum z /with/ oxalis acetosella /10 Bk, poj. Św/
			2-10	A ₁	8,0	20,2	6,1	1,18	0,39	
			10-45	/B/	1,5	7,0	0,7	0,43	0,14	
			45-95	/B/	2,0	5,4	0,4	0,37	0,08	
Beskid Mały Mts. /Rezerwat Szeroka/ 850 m n.p.m. a.s.l.	Sandstone, Gedula beds /upper horizon/	10	0-3	A _{0L}	549,5	224,4	13,3	4,26	0,18	Fagetum carpaticum z /with/ Oxalis acetosella /3 Jd, 7 Bk, poj. Św/
			3-12	A ₁	88,0	16,7	4,6	1,24	0,21	
			12-23	A ₁ /B/	51,5	8,7	1,4	0,42	0,11	
			23-85	/B/	6,0	5,2	0,5	0,34	0,08	
			85-120	/B/	5,0	4,6	0,4	0,34	0,05	
130-160	/B/C	2,0	4,0	0,6	0,25	0,04				
3b. Gleba brunatna silnie wylugowana - Strongly leached brown soil										
Beskid Sądecki Mts. /Rezerwat Nad Kotel- niczym Potokiem/ 930 m n.p.m. a.s.l.	Piaszkowiec warstw magurskich	18	0-2	A _{0L}	1024,0	65,6	6,9	3,49	0,34	Fagetum carpaticum z /with/ Asperula odorata /1 Jd, 8 Bk, 1 Św/
			2-8	A ₁	179,5	12,8	2,4	1,69	0,20	
			8-14	A ₁ /B/	45,5	6,9	1,4	0,41	0,16	
			14-80	/E/	35,5	5,2	1,1	0,38	0,18	
Beskid Żywiecki Mts. /Rezerwat Szubita/ 950 m n.p.m. a.s.l.	Sandstone, Magura beds	8	0-1	A _{0L}	664,0	187,0	10,7	3,15	0,48	Fagetum carpaticum z /with/ Asperula odorata /1 Jd, 8 Bk, 1 Św/
			1-6	A ₁	340,0	15,6	6,4	1,93	0,44	
			6-20	A ₁ /B/	205,0	6,5	2,8	0,91	0,14	
			20-72	/B/	69,5	3,1	1,9	0,83	0,21	
72-110	/B/C	51,0	2,3	2,1	0,52	0,19				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3c. Gleba brunatna wylugowana - Leached brown soil										
Beskid Niski Mts. /Miejsc Górn/ Mt. 600 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowice warstw magurskich Sandstone, Magura beds	23	0-1 1-10 10-30 30-65 65-115 115-150	A _{0L} A ₁ A ₁ /B/ /B/ /B/C	332,0 453,0 105,0 105,0 102,0 55,0	206,8 17,9 4,5 3,8 2,7 3,2	8,5 2,7 2,0 1,3 1,6 3,0	3,51 0,64 0,54 0,44 0,32 0,27	0,34 0,34 0,31 0,33 0,38 0,34	Dentario-glandulo- sae-Pagetum /1 Jd, 9 Bk, poj. Jw/
3d. Gleba brunatna wylugowana oglejona - Leached brown soil, gleyed										
Beskid Żywiecki Mts. /Rezerwat Smbita/ 900 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowice i łupki ilasty warstw ma- gurskich Sandstone and clay shale, Magura beds	7	0-2 2-10 10-22 22-60 60-110 110-130	A _{0L} A ₁ A ₁ /B/ /B/ B/B/C Ccr	554,0 360,0 427,0 91,0 65,0 137,0	151,3 19,4 7,5 6,3 7,6 5,8	12,6 4,6 3,7 3,5 10,2 2,6	3,22 1,31 0,84 0,59 3,25 0,59	0,27 0,25 0,26 0,23 0,30 0,26	Pagetum carpaticum typicum /9 Jd, 1 Bk/
Beskid Sadecki Mts. /Rezerwat Zabawiec/ 640 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowice i łupki ilasty warstw pod- magurskich Sandstone and clay shale, sub-Magura beds	20	0-1 1-3 3-32 32-35 35-105 105-125	A _{0L} A ₁ A ₁ /B/ /B/ B/B/C Ccr	440,0 275,0 37,0 75,0 43,5 29,0	125,0 17,8 3,9 3,1 1,7 4,6	10,2 3,0 1,7 2,8 3,9 4,4	4,62 1,27 0,94 0,72 0,32 0,44	0,20 0,21 0,23 0,16 0,10 0,14	Dentario-glandulo- sae-Pagetum /7 Jd, 3 Bk/
3e. Gleba brunatna wiejsiwa - Typical brown soil										
Bieszczady Mts. /Połonina Caryńska/ Mt. 500 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowice i łupki ilasty warstw kro- snienskich Sandstone and clay shale, Krosno beds	26	0-1 1-14 14-28 28-65 65-110	A _{0L} A ₁ A ₁ /B/ /B/ B/B/C	456,0 164,0 156,0 115,0 97,0	53,7 22,0 7,6 7,5 7,3	5,2 7,3 5,3 4,4 3,3	2,16 1,33 0,95 0,36 0,14	0,34 0,62 0,64 0,56 0,47	Pagetum carpaticum typicum /4 Jd, 6 Bk, poj. Jw/
3f. Gleba szarobruna - Humic brown soil										
Gorce Mts. /Rezerwat Furczak/ 1100 m n.p.m. a.s.l.	Piaskowice i łupki ilasty warstw pod- magurskich Sandstone and clay shale, sub-Magura beds	17	0-1 1-20 20-45 45-100 100-150	A _{0L} A ₁ A ₁ /B/ A ₁ /B/C /B/C	324,0 199,0 135,5 53,0 40,0	137,7 31,2 8,4 3,3 4,6	8,0 4,1 3,8 3,1 2,6	2,56 0,54 0,64 0,40 0,24	0,75 0,34 0,36 0,31 0,21	Pagetum carpaticum allieticum /6 Bk, 4 Jd, poj. Jw/

Tabela 3

Srednia zawartość przyswajalnego Mn, Zn, Cu, B i Mo w: bielicach, glebach bielcowych i brunatnych
Average content of available Mn, Zn, Cu, B and Mo in podzols, podzolic and brown soils

Podłoże skalne Parent rock	Poziom Horizon	Średnia głębokość Mean depth cm	Procent frakcji <0,002 mm % of fractions <0,002 mm	pH H ₂ O	V%	C org. %	C/N	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Zbiorowisko leśne Forest community	
														ppm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Bielice - Podzols														
I	1. Zlepienie Conglomerates	A _{oL}	0-2	n.o.	3,9	n.o.	n.o.	n.o.	156,4	63,8	9,7	3,03	0,55	Abieti-Piceetum montanum
	2. Piaszkowce grubo- ziarniste Coarse-grained sandstones	A _{oFH}	2-7	n.o.	3,5	13,7	39,8	25,8	42,5	41,1	10,5	1,84	0,39	
		A ₁	7-10	n.o.	3,3	14,0	8,5	15,6	6,0	8,5	2,5	0,92	0,17	
		A ₂	10-21	11	3,5	9,6	2,9	-	2,9	5,3	0,7	0,54	0,08	
		B _h , B _f	21-31	10	3,8	11,7	5,3	-	2,0	5,3	1,0	0,31	0,23	
		B	31-27	8	4,3	17,3	2,1	-	2,7	4,0	1,2	0,37	0,20	
BC	27-127	6	4,5	24,0	1,3	-	3,9	4,1	0,8	0,36	0,20			
2. Gleby bielcowa - Podzolic soils														
I	1. Piaszkowce grubo- ziarniste Coarse-grained sandstones	A _{oL}	0-2	n.o.	4,2	n.o.	n.o.	n.o.	564,1	100,2	11,5	3,52	0,52	Abieti-Piceetum montanum, Abies alba, Luzulo-Fa- getum
		A _{oFH}	2-4	n.o.	3,7	17,6	43,2	29,6	135,7	73,8	10,6	2,54	0,39	
		A ₁ , A ₁ , A ₂	4-7	10	3,4	15,5	4,6	14,3	30,6	11,9	1,5	0,80	0,16	
		A ₂	7-16	9	3,9	11,8	1,2	-	16,7	4,5	0,4	0,28	0,07	
		B	16-38	8	4,4	21,8	-	-	60,5	2,6	0,8	0,31	0,13	
		BC	38-130	13	4,7	27,5	-	-	12,3	2,4	1,5	0,28	0,10	
3. Gleby brunatne - Brown soils														
II	1. Piaszkowce drobno- ziarniste Fine-grained sand- stones	A _{oL}	0-1	n.o.	4,7	n.o.	n.o.	n.o.	451,0	110,5	10,0	2,99	0,40	Fagetum carpa- ticum
		A ₁	1-11	12	4,5	49,7	6,9	12,3	241,0	28,4	4,0	1,55	0,30	
		A ₁ /B/	11-20	16	4,9	42,9	2,3	9,5	122,4	8,0	2,5	0,63	0,26	
		/B/	20-36	18	5,1	53,3	1,0	-	43,1	4,5	2,0	3,41	0,25	
2. Łupki glaste Clay shales	/B/C, BG	36-136	21	5,7	69,5	-	-	51,0	3,6	3,0	0,30	0,21		
<p>I - seria kwarcowo-arsenianowa - quartz-silicate series, II - seria marglisto-arsenianowa - marl-silicate series V% - stopień nasylenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi - degree of the sorption complex saturation with basic cations n.o. - nie oznaczono - not determined</p>														

Tabela 4

Zawartość mikroelementów, wapnia wymiennego i glinu ruchomego /wartości średnie/ w glebach naturalnych zbiorowisk leśnych
Content of microelements, exchangeable calcium and mobile aluminium /mean values/ in soils of natural communities

Podłoże skalne Parent rock	Typy gleb Soil types	Poziom Horizon	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Ca	Al	Drzewostan Forest stand	
			ppm								mg/100 g gleby mg/100 g of soil
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. Bór jodłowo-świerkowy regla dolnego /facja świerkowa/ - Fir-spruce forest of the lower storey of submontane forest /facies with spruce/											
I	Zlepience i piaskowce gruboziarniste Conglomerates and coarse-grained sandstones	Bielice i gleby bielcowe Podzols and podzolic soils	A ₀ L	196,0	60,6	10,1	3,12	0,53	205,8	n.o.	10-8 Św, 0-2 Jd, poj. Żk
			A ₀ FH	47,4	43,5	10,5	1,99	0,40	138,0	120,1	
			A ₁	5,7	8,7	2,2	0,88	0,17	31,1	108,5	
			A ₂	3,1	5,0	0,6	0,51	0,08	9,7	132,1	
			B _h , B _r , B	2,0	5,0	1,0	0,35	0,21	6,2	165,5	
			B	3,9	3,6	1,2	0,36	0,18	5,9	66,9	
			BC	5,8	3,9	1,3	0,38	0,18	8,1	64,0	
2a. Bucznina karpacka /facja bukowa/ - Carpathian beech forest /facies with beech/											
II	Piaskowce drobnoziarniste i łupki ilaste Fine-grained sandstones and clay shales	Gleby brunatne Brown soils	A ₀ L	511,5	156,3	9,4	3,21	0,36	570,0	n.o.	10-7 Bk, 0-3 Jd, poj. Św, poj. Jw
			A ₁	232,3	20,3	4,3	1,20	0,31	286,2	58,7	
			A ₁ /B/	86,5	7,6	2,2	0,57	0,24	124,2	62,5	
			/B/	40,7	4,2	1,4	0,40	0,24	102,8	36,9	
/B/C	26,6	3,1	1,5	0,29	0,21	118,0	24,7				
2b. Bucznina karpacka /facja jodłowa/ - Carpathian beech forest /facies with fir/											
II	Łupki ilaste i piaskowce drobnoziarniste Clay shales and fine-grained sandstones	Gleby brunatne oglejone /dmuczłonowe/ Brown soils, gleyed /two-layered/	A ₀ L	318,0	118,0	12,4	3,29	0,39	508,5	n.o.	9-7 Jd, 1-3 Bk, poj. Św
			A ₁	219,0	13,1	2,9	1,05	0,28	89,9	114,3	
			A ₁ /B/,/B/	126,7	5,4	2,4	0,59	0,24	78,2	110,5	
			E/B/G	86,7	4,4	4,7	0,26	0,21	336,5	37,2	
			D/E/C, DG	161,3	3,8	6,0	0,43	0,26	542,7	1,8	
I - seria kwarcowo-krzemianowa - quartz-silicate series, II - seria marglisto-krzemianowa - marl-silicate series											

-*Fagetum*), rozmieszczenie mikroelementów jest identyczne jak w glebach brunatnych (profil 12, tab. 1).

W mineralnej części profilów gleb bielcowych właściwych stwierdzono zmniejszenie zawartości przyswajalnego Mn, Cu, B i Mo w poziomach eluwalnych i wzrost koncentracji tych pierwiastków w poziomach iluwalnych. W profilach bielcie takie rozmieszczenie wykazują tylko Cu i Mo, natomiast Mn i B odbiegają od tej prawidłowości osiągając najmniejszą koncentrację w poziomach iluwalno-żelazistych (tab. 3).

Nie stwierdzono różnicy w rozmieszczeniu przyswajalnego cynku w profilach gleb bielcowych, bielcie i gleb brunatnych. Największą zawartością Zn wyróżniają się poziomy mineralno-próchniczne A_1 , następnie zawartość tego pierwiastka zmniejsza się w głąb profilu glebowego proporcjonalnie do ilości próchnicy (tab. 3). Uzyskane wyniki wskazują, że rozmieszczenie przyswajalnego Mn, Cu, B i Mo jest charakterystyczne dla poszczególnych typów gleby.

Przyswajalne formy Mn, Zn, Cu badanych gleb wykazują związek z całkowitą ich zawartością [9]. Stwierdzono korelację pomiędzy całkowitą a przyswajalną zawartością Mn ($r = +0,72$), Zn ($r = +0,61$) i Cu ($r = +0,76$). Prawidłowość ta dotyczy mikroelementów, które występują w glebach jako kationy. Zależności tej nie wykazywała całkowita i przyswajalna zawartość boru oraz molibdenu.

Stwierdzono również znaczne wahania procentowego udziału form przyswajalnych w całkowitych zawartościach poszczególnych mikroelementów, które wynoszą dla: Mn 1,0—96,8%, Zn 1,0—86,2%, Cu 2,3—92,4%, B 0,3—38,4% i Mo 2,7—88,2%. Największym procentowym udziałem formy przyswajalnej w całkowitej zawartości mikroelementu odznaczają się poziomy wierzchnie (A_{oL} , A_{oF} , A_{oH}), zawierające znaczne ilości substancji organicznej, oraz poziomy zakwaszone. Najmniejszym procentem odznaczają się poziomy przejściowe do skały macierzystej i warstwy podścielające (BC, (B)C i D), nie zawierające próchnicy oraz poziomy o odczynie alkalicznym. W głębszych warstwach gleb brunatnych oglejonych procentowy udział Mn, Zn i Cu w całkowitej zawartości tych pierwiastków jest średnio dwukrotnie większy w porównaniu z glebami brunatnymi nie wykazującymi cech procesów glejowych. Zaobserwowano również wpływ procesów glejowych na wzrost rozpuszczalności Mn, Ni i Cu w glebach siedlisk borowych [4] oraz Fe i Mn w glebach stanowisk jodły na terenie Karpat [7]. Natomiast obecność procesów glejowych w badanych glebach nie wpłynęła na wzrost rozpuszczalności boru i molibdenu.

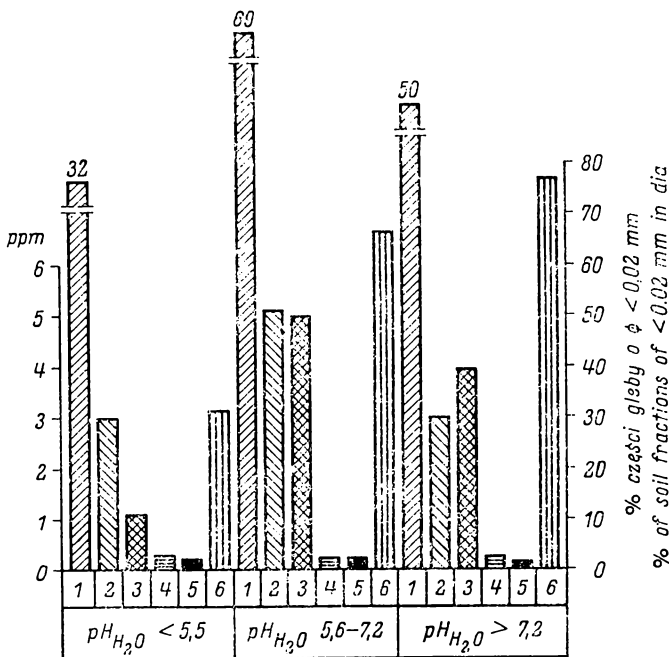
W poziomach przejściowych do skały macierzystej i w warstwach podścielających (BC, (B)C i D) zróżnicowanie koncentracji mikroelementów jest związane z rodzajem podłoża skalnego, podobnie jak całkowita zawartość tych pierwiastków [9]. Gleby brunatne, wytworzone ze skał serii marglisto-krzemianowej (pasmitowo-pelitowych), w porów-

naniu z glebami bielcowymi i bielicami, wytworzonymi ze skał serii kwarcowo-krzemianowej (psefitowo-psamitowych), zawierają średnio 6 razy więcej Mn, 3 razy więcej Cu i około 2 razy więcej Mo. Natomiast ilości przyswajalnego Zn i B były zbliżone w glebach wytworzonych z obu serii skał. W głębszych warstwach profilów glebowych najmniejsze ilości przyswajalnych mikroelementów zawierają gleby bielcowe i bielice wytworzone z gruboławicowych piaskowców i zlepieńców (profile 2, 21, tab. 1). Najwięcej omawianych mikroelementów zawierają gleby wytworzone z utworów piaskowo-łupkowych i łupów ilastych (profile 7, 26, tab. 2). Wzrost udziału łupków ilastych w skałach fliszu karpackiego pociąga za sobą wzrost ilości frakcji łu koloidalnego i zawartości przyswajalnego Mn i Cu w glebach. W spągowej części profilów glebowych, najmniej zmienionych pod wpływem czynników glebotwórczych, stwierdzono korelację pomiędzy zawartością frakcji łu koloidalnego a ilością Mn ($r = +0,55$) i Cu ($r = +0,72$). Korelacji takiej nie zaobserwowano w odniesieniu do Zn, B i Mo. W przypadku cynku zaznaczyła się nawet ujemna zależność pomiędzy jego zawartością a ilością frakcji łu koloidalnego, zwłaszcza w glebach objętych procesem bielcowania.

Zawartość mikroelementów w głębszych warstwach badanych gleb, uzależniona od skały macierzystej, rzutuje na ilość tych pierwiastków występujących w poziomach próchnicznych. Gleby brunatne wytworzone ze skał serii marglisto-krzemianowej, w porównaniu z glebami bielcowymi i bielicami wytworzonymi ze skał serii kwarcowo-krzemianowej, zawierają w poziomie mineralno-próchnicznym A_1 średnio: 13 razy więcej Mn, 3 razy więcej Cu i około 2 razy więcej Zn, B, Mo (tab. 1 i 2). Gleby szarobrunatne i brunatne właściwe z biologicznie czynną próchnicą mullową zawierają najwięcej mikroelementów, gleby bielcowe i bielice typu mor — najmniej. W poziomach próchnicznych (A_{oF} , A_{oFH} , A_{oH} i A_I) zawartość mikroelementów wydaje się być związana z typem próchnicy, a także z jej ilością. Dodatnią korelację w tych poziomach z ilością węgla organicznego wykazuje zawartość Zn ($r = +0,86$) Cu ($r = +0,84$) i B ($r = +0,68$). Podobny związek stwierdzili i inni autorzy [1, 2]. Korelacji tej nie wykazują zawartości przyswajalnego Mn i Mo. Natomiast ilość mikroskładników w poziomie ściółki leśnej A_{oL} uzależniona jest od składu gatunkowego drzewostanu. Najmniejsze ilości mikroelementów zawiera ściółka w glebach pod drzewostanami jednogatunkowymi (profile 2, 9, tab. 1 i 2), a najwięcej — pod drzewostanami mieszanymi (profile 21, 18, 23, tab. 1 i 2). Niektórzy badacze [3, 6, 10] przypisują próchnicy glebowej rolę podstawowego czynnika kształtującego zasobność gleb w przyswajalne mikroelementy. Największą koncentrację tych pierwiastków obserwuje się w wierzchnich warstwach próchnicznych (tab. 1—4). Również procentowy udział form przyswajalnych w całkowitej zawartości mikroskładników jest najwięk-

szy w poziomach zawierających substancję organiczną. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że ilość i jakość próchnicy glebowej w strefie klimatycznej regła dolnego zależy przede wszystkim od właściwości biofizykochemicznych gleb związanych z podłożem skalnym — pierwotnym źródłem mikroelementów.

Odczyn wyraźnie wpływa na zawartość przyswajalnych mikroelementów. Gleby o odczynie silnie kwaśnym i piaszczystym składzie granulometrycznym odznaczają się najmniejszą zawartością manganu, natomiast gleby kwaśne, ale gliniaste, zawierają go najwięcej (tab. 1 i 2). W poziomach mineralnych gleb o odczynie silnie kwaśnym zaznacza się również tendencja do obniżania zawartości boru. Zjawisko to występuje w glebach bielcowych w poziomie eluwalnym i w bielicach — w poziomie iluwalnym (tab. 1 i 3). Zmniejszenie ilości boru dostępnego w tych poziomach związane jest ze wzrostem koncentracji glinu ruchomego [9] i z zaobserwowaną sorpcją boru przez koloidalne wodorotlenki glinu [11]. Wyraźne obniżenie zawartości mikrośkładników występuje



Ryc. 1. Zawartość przyswajalnych mikroelementów w poziomach przejściowych do skały macierzystej i w warstwach podścielających (BC, (B)C i D) badanych gleb (wartości średnie)

1 — Mn, 2 — Zn, 3 — Cu, 4 — B, 5 — Mo, 6 — procentowy udział frakcji gleby o ϕ 0,02 mm

Fig. 1. Content of available microelements in transitional layers to parent rock as well as in underlying layers (BC, (B)C and D) of the soils under study (mean values)

1 — Mn, 2 — Zn, 3 — Cu, 4 — B, 5 — Mo, 6 — per cent of soil fractions of ϕ 0,02 mm in dia

w poziomach o odczynie alkalicznym, zawierającym węglany, mimo znacznych ilości części splawialnych (ryc. 1). Prawdopodobnie jest to związane z obniżeniem zdolności ekstrakcyjnej odczynników użytych do wyparcia mikroelementów z gleby po reakcji z węglanami.

Pewną rolę w kształtowaniu się zasobności gleb w przyswajalne mikroelementy odegrały również procesy denudacyjne i fluwialne. Jedyne w przypadku dostępnej miedzi przemieszczenie zwietrzałego materiału wzdłuż stoku zaznaczyło się w zubożeniu pokrywy soliflukcyjnej lub osuwiskowej w ten mikroelement w porównaniu z podłożem. Ilości miedzi w przemieszanej pokrywie są mniejsze niż w zalegającym pod nią podłożu, mimo bardzo zbliżonej zawartości frakcji iłu koloidalnego (profile 7 i 20, tab. 2).

Zawartość przyswajalnych mikroelementów w badanych glebach wykazuje również harmonijne powiązanie z rodzajem i facją zbiorowiska leśnego (tab. 4 i 5), podobnie jak całkowita zawartość tych pierwiastków [9]. Poziomy mineralno-próchniczne A_1 gleb bielcowych i bieliec pod zbiorowiskiem boru jodłowo-świerkowego regla dolnego (*Abieti-Piceetum montanum*), w porównaniu z poziomami A_1 gleb brunatnych pod zbiorowiskiem buczyny karpackiej (*Fagetum carpaticum* = *Dentario glandulosae-Fagetum*), są uboższe w mikroelementy (tab. 4). Znaczne różnicowanie zawartości tych składników zaznacza się również w poszczególnych podtypach gleb brunatnych. Najmniejszą ilość mikroskładników oznaczono w glebach brunatnych kwaśnych (profile 9, 10, tab. 2), tworzących siedlisko uboższych florystycznie facji buczyny karpackiej (*F.c. oxalictosum*), a największe — w glebach brunatnych wylugowanych, brunatnych właściwych i szarobrunatnych (profile 17, 26, 23, tab. 2), tworzących siedlisko bogatych florystycznie podzespołów *Fagetum carpaticum typicum* = *Dentario glandulosae-Fagetum*, *F.c. lunarietosum* i *F.c. alietosum*. W spagowej części profilów glebowych najmniejsze ilości mikroskładników stwierdzono również w glebach bielcowych i bielicach wytworzonych z gruboziarnistych piaskowców i zlepieńców, pod naturalnymi drzewostanami świerkowymi, a największe — w glebach brunatnych niecałkowitych oglejonych, wytworzonych z utworów piaskowcowo-lupkowych i lupków ilastych, na których rozwija się facja jodłowa buczyny karpackiej. Podobne prawidłowości pomiędzy zasobnością gleb w mikroelementy a zbiorowiskiem roślinnym zaobserwowano w glebach siedlisk łąkowych [5].

Stwierdzono, że w badanych glebach zbiorowisk leśnych i ich facjach występują wyraźne różnice w stosunkach wzajemnych między mikroelementami. Najbardziej wąski stosunek Mn : Zn, Mn : Cu i Ca : B występuje w glebach bielcowych i bielicach pod drzewostanem świerkowym. Najszerzy stosunek Zn : Cu i Al : Mo wykazują gleby pod drzewostanami świerkowymi, a najwęższy — gleby pod drzewostanami jodłowymi (tab. 5). W miarę rozszerzania się stosunku Mn : Zn, Mn : Cu,

Tabela 5

Stosunek wzajemny między przyswajalnymi mikroelementami w glebach naturalnych zbiorowisk leśnych /wartości średnie/
 Mutual relations of available microelements in soils of natural forest communities /mean values/

Podłoże skalne Parent rock	Liczba profilów Number of profiles	Horizon Horizon	Mn:Zn	Mn:Cu	Zn:Cu	Cu:Mo	Ca:B ^x	Al:Mo ^{xx}	Typy gleb Soil types
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Bór jodłowo-świerkowy regla dolnego /facja świerkowa/ - Fir spruce forest of the lower storey of submontane forest /facies with spruce/									
I Zlepieńce i piaskowce grubeziarniste Conglomerates and coarse- grained sandstones	5	A _{0L}	2,9:1	13,4:1	6,6:1	19,1:1	659,6:1	n.o.	Gleby i gleby bielicowe Podzols and podzolic soils
		A _{0tH}	1,1:1	4,5:1	4,1:1	26,3:1	662,5:1	5003:1	
		A ₁	6,7:1	3,6:1	3,9:1	12,9:1	353,4:1	6332:1	
		A ₂	0,6:1	5,2:1	8,3:1	7,5:1	190,2:1	10512:1	
		B ₁ , B ₂ , B	0,4:1	2,9:1	3,9:1	4,8:1	177,7:1	7831:1	
		B BC	1,1:1 1,5:1	3,3:1 4,5:1	3,9:1 3,0:1	6,7:1 7,2:1	163,9:1 213,2:1	3717:1 2556:1	
2a. Borzeja Karpacka /facja bukowa/ - Carpathian beech forest /facies with beech/									
II Piaszczyste drobnziarniste i gliny ilaste Fine-grained sandstone and clay shales	10	A _{0L}	1,1:1	54,4:1	16,6:1	26,1:1	1772,5:1	n.o.	Gleby brunatne brown soils
		A ₁	11,3:1	54,0:1	4,7:1	13,5:1	2305,0:1	1894:1	
		A ₁ /S/	11,4:1	39,3:1	3,4:1	9,2:1	2173,9:1	2604:1	
		A ₂ /	9,7:1	25,1:1	3,0:1	5,8:1	2570,0:1	1538:1	
		A ₂ /C	8,6:1	17,7:1	7,1:1	7,1:1	4069,0:1	1176:1	
2b. Borzeja Karpacka /facja jodłowa/ - Carpathian beech forest /facies with fir/									
II Głiny ilaste i piaskowce drobnziarniste Clay shales and fine- grained sandstones	4	A _{0L}	2,7:1	25,6:1	9,5:1	31,8:1	1545,6:1	n.o.	Gleby brunatne oglejone Brown soils, gleyed
		A ₁	16,7:1	75,5:1	4,8:1	10,4:1	816,7:1	4092:1	
		A ₁ /B ₁ /B/	23,5:1	52,8:1	2,3:1	10,0:1	1313,4:1	4604:1	
		B ₁ /B ₂ /G	19,4:1	19,4:1	0,9:1	22,4:1	12945,1:1	1771:1	
		D ₁ /G ₁ /G ₂	42,4:1	26,9:1	0,6:1	23,1:1	12620,9:1	69:1	
I - seria kwarcowo-krzemianowa - quartz-silicate series, II - seria murekisto-krzemianowa - marl-silicate series ^x - Ca wymienny w ppm : B przyswajalny w ppm - exchangeable Ca in ppm : available B in ppm ^{xx} - Al ruchomy w ppm : Mo przyswajalny w ppm - mobile Al in ppm : available Mo in ppm n.o. - not determined									

Cu:Mo i zwięzania stosunku Zn:Cu w glebie wzrasta udział jodły w drzewostanie. Przy rozszerzaniu stosunku Ca:B i zwięzaniu Al:Mo w glebie maleje udział świerka w drzewostanie. W badanych glebach wzajemne stosunki pomiędzy mikroelementami, zwłaszcza w głębszych warstwach gleb, wykazują związek z podłożem skalnym (tab. 4 i 5).

Brak liczb granicznych dla wyceny gleb leśnych pod względem zasobności w mikroelementy utrudnia dokonanie takiej oceny w badanych glebach. Wydaje się, że oprócz zawartości także relacje pomiędzy makro- i mikroelementami (zwłaszcza antagonistycznymi) mogłyby tę wycenę ułatwić. Przykładem może być stosunek wapnia do boru, gdy tymczasem ilość boru w zbadanych glebach nie wykazuje tak istotnego zróżnicowania.

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Zawartość przyswajalnych mikroskładników i rozmieszczenie w profilach glebowych oraz wzajemne relacje pomiędzy tymi pierwiastkami w zbadanych glebach piętra regla dolnego Karpat fliszowych zależą głównie od właściwości podłoża skalnego.

2. O ilości mikroelementów w głębszych warstwach gleb decydują: skład granulometryczny i odczyn. Wraz ze wzrostem ilości frakcji łu koloidalnego wzrasta również zawartość Cu i Mn. Takiej zależności nie wykazują Zn, B i Mo. Wpływ odczynu zaznacza się w obniżeniu ilości boru w glebach o odczynie silnie kwaśnym, jak i zmniejszeniu zawartości wszystkich oznaczonych mikroskładników w glebach wykazujących odczyn alkaliczny, mimo znacznej ilości frakcji łu koloidalnego.

3. W wierzchnich warstwach gleb zawartość przyswajalnych mikroelementów zależy od typu próchnicy. Koncentracja Zn, B i Cu w tych poziomach pozostaje również w zależności od ilości próchnicy.

4. Zróżnicowanie zawartości, jak i wzajemnych relacji pomiędzy makro- i mikroelementami w zbadanych glebach uwidacznia się w zmienności florystycznej naturalnego zbiorowiska leśnego.

Autor składa serdeczne podziękowanie Panu Profesorowi Bolesławowi Adamczykowi za temat i cenne wskazówki w trakcie jego opracowywania.

LITERATURA

- [1] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Cz. I. Bor, miedź i mangan. Roczn. glebozn., 22, 1971, 1, 205—264.

- [2] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Cz. II. Cynk, molibden, kobalt, tytan, chrom i inne pierwiastki. Roczn. glebozn. 23, 1972, 1, 285—333.
- [3] Chochołowa T. I.: Sadržanije i rozpriedelenije mikroelementow w poczwach Kuźnieckoj Lesostepii. Poczwowied. 1971, 1, 59—66.
- [4] Dołobowska S.A.: Sadržanije mikroelementow w poczwach Pridonieckich Borow. Poczwowied. 1970, 2, 56—67.
- [5] Dzieciołowski W., Kociałkowski Z.: Przystawajalne mikroskładniki w glebach grądów Wielkopolski. Roczn. glebozn. 24, 1973, 1, 99—116.
- [6] Dzieciołowski W., Kociałkowski Z.: Mikroskładniki w bielicach przybałtyckich. Roczn. glebozn. 24, 1973, 2, 241—261.
- [7] Januszek K.: Potencjał oksydacyjno-redukcyjny w wybranych glebach leśnych w świetle badań polowych i laboratoryjnych (praca doktorska), AR Kraków, 1978 (maszynopis).
- [8] Jaworski A.: Odnowienie naturalne jodły (*Abies alba Mill.*) w wybranych zbiorowiskach leśnych parków narodowych: Tatrzańskigo, Babiogórskigo i Pienińskiego. Cz. I. Ocena odnowień pod względem ilościowym. Acta Agr. et Silv. Ser. Silv. 13, 1973, 21—58.
- [9] Maciaszek W.: Mikroelementy (Mn, Zn, Cu, B i Mo) w glebach leśnych wytworzonych ze skał fliszu karpackiego. Roczn. glebozn. 34, 1983, 3, 75—94.
- [10] Oertel A.C.: Relation between trace elements concentration in soil and parent material. J. Soil. Sci, 12, 1963, 119.
- [11] Starck J.K.: Badania nad dynamiką boru i jego dostępnością dla roślin w różnych typach gleb. Wyd. SGGW, Warszawa 1964.

В. МАЦЯШЕК

УСВОЯЕМЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ (Mn, Zn, Cu, B и Mo) В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ СКАЛ КАРПАТСКОГО ФЛИША

Кафедра экологии леса Сельскохозяйственной академии в Кракове

Резюме

Исследовали содержание и размещение усвояемых микроэлементов в почвах представительных для основных литолого-почвенных и средовых комплексов нижнего яруса горного леса в флишевых Карпатах.

В общем проанализировали 26 почвенных разрезов, в том числе 5 профилей подзолов, 5 профилей подзолистых почв и 16 профилей бурых почв образованных из слоев скал годульских, истебнянских, кросненских, ценжковицких, подмагурских и магурских. В почвах выбранных для исследований предварительно определяли содержание микроэлементов и основные физико-химические свойства почв.

Содержание усвояемых микроэлементов определяли по следующим методам: Mn — по методу Шахтшабеля, Zn — по дитизиновому методу, Cu — по методу Шаррера и Шаумлэффеля, B — по куркуминовому методу, Mo — по модифицированному методу Григга.

Содержание усвояемых микроэлементов в генетических горизонтах исследуемых почв колебалось в широких пределах, в частности: Mn — 0,5—1024, Zn — 0,7—224, Cu — 0,1—15,7, B — 0,14—4,68, Mo — 0,02—0,88 ppm (табл. 1 и 2). Содержание усвояемой меди и марганца в более глубоких слоях почвы повышалось по мере повышения фракции коллоидного ила (табл. 3). В горизонтах со щелочной реакцией обозначалось снижение всех определяемых

микроэлементов, несмотря на самое высокое содержание фракции коллоидного ила среди исследуемых почв (рис. 1), тогда как в верхних слоях почв содержание микроэлементов зависело от типа гумуса, а концентрация Zn, Cu и B коррелировала также с количеством гумуса (табл. 3). Как содержание усвояемых микроэлементов так и их соотношения в исследуемых почвах показывали корреляцию с видом лесного сообщества (табл. 4 и 5).

Установлено, что содержание, размещение в почвенном профиле и соотношения макро- и микроэлементов зависят в первую очередь от свойств скальной материнской породы.

W. MACIASZEK

AVAILABLE MICROELEMENTS (Mn, Zn, Cu, B and Mo) IN FOREST SOILS DEVELOPED FROM THE CARPATHIAN FLYSH ROCKS

Department of Forest Ecology,
Agricultural University of Cracow

Summary

The content and distribution of available microelements in soils representative for basic lithologo-pedologic and site complexes in lower storey of the subalpine forest in flysh Carpathians were investigated.

In total 26 soil profiles were analyzed, including 5 profiles of podzols, 5 profiles of podzolic soils and 16 profiles of brown soils developed from the Godula, Istebna, Krosno, Ciężkowice, Podmagura and Magura rock layers. In soils chosen for investigations the total content of microelements in and basic physicochemical properties of soils were determined previously.

The content of available microelements was determined by the following methods: Mn — by the method of Schachtschabel, Zn — by the dithizone method, Cu — by the Scharrer and Schaumlöffel's method, B — by the curcuminic method, Mo — by the modified method of Grigg.

The content of available microelements in genetic horizons of the soils under study varied within wide limits: Mn — 0.5—1024, Zn — 0.7—224, Cu — 0.1—15.7, B — 0.14—4.68, Mo — 0.02—0.88 ppm (Tables 1 and 2). The content of available copper and manganese in deeper soil layers increases along with increasing fraction of colloidal clay (Tab. 3). In the horizons of the alkaline reaction the content of all microelements investigated decreases, despite the highest content of the colloidal clay fraction among all soils under study (Fig. 1), whereas in upper soil layers the content of available microelements depends on the humus type and the Zn, Cu and B concentration, being correlated also with the humus amount (Table 3). Both the content of available microelements and their mutual relations in the soils investigated prove a relationship with the forest community kind (Tables 4 and 5).

It has been found that the content and distribution of macro and microelements as well as their mutual relations depend mainly on properties of the parent rock.

Dr Wiesław Maciaszek
Zakład Ekologii Lasu AR
Kraków, al. 29 listopada 46.

Wpłynęło do redakcji w lipcu 1983