WOJCIECH DZIĘCIOŁOWSKI, ZDZISŁAW KOCIAŁKOWSKI

PRZYSWAJALNE MIKROSKŁADNIKI W GLEBACH GRĄDÓW WIELKOPOLSKI

Wyższa Szkoła Rolnicza w Poznaniu
Katedra Gleboznawstwa, kierownik — prof. dr B. Reimann
Katedra Chemii Rolnej, kierownik — prof. dr Z. Tuchołka

WSTĘP

Zagadnienie mikroskładników w glebach leśnych analizowano dotychczas raczej fragmentarycznie. Literatura przedmiotu obejmuje wprawdzie szereg publikacji [4, 5, 9, 14, 16], dotyczą one jednak przede wszystkim niedoboru mikroskładników bądź toksycznego działania ich nadmiaru. Zarówno nadmiar, jak i niedobór pierwiastków śladowych, występujących na niektórych obszarach, może wynikać z naturalnego obiegu pierwiastków [17]. Na obszarach zagospodarowanych niedobór mikroskładników może być spowodowany wyczerpaniem gleby przez stosowanie intensywnej gospodarki rolnej czy leśnej. Na razie niewiele wiadomo o roli procesu glebotwórczego w tym obiegu.

W nielicznych tylko przypadkach dotychczasowe badania stawiały sobie za cel naświetlenie zawartości ogólnych i przyswajalnych form mikroskładników w określonych glebach leśnych [2, 11, 15]. Jeszcze rzadsze są prace obejmujące badania mikroskładników w glebach leśnych w powiązaniu z pokrywającą je roślinnością [13, 19] bądź wyłącznie w roślinności leśnej [1].

Krajowe badania poświęcone tym problemom dotyczą:

— zawartości niklu, magnezu i żelaza w liściach i gałązkach brzozy, dębu i sosny oraz zasobności w te składniki skał podłoża [17],

— zależności istniejących między zawartością przyswajalnych form magnezu, miedzi i kobaltu w glebach i porastających je roślinach leśnych, z uwzględnieniem ekologicznego wpływu czynników siedliskowych [13],

— występowania ogólnych i przyswajalnych form miedzi w glebach uprawnych i leśnych [2],

— badań nad zawartością i rozmieszczeniem boru, glinu, manganu, miedzi i cynku w igliwiu, łyku, drewnie i korowinie sosny w okresie zimowego spoczynku [1]. Praca ta uwzględnia wpływ czynników siedliskowych, nie obejmuje jednak zawartości mikroskładników w glebach.

Niniejsze opracowanie dotyczy zasobności gleb w lasach dębowo-grabowych, zwanych grądami, w przyswajalne formy mikroskładników. W Wielkopolsce lasy te pokrywały w przeszłości znaczne obszary, zmniejszające się równolegle z rozwojem rolnictwa. Zajmowanie gleb grądowych pod uprawę roślin uprawnych było spowodowane ich względnie wysoką żyznością.

Badania gleboznawcze w grądach Wielkopolski przeprowadził Dzięciołowski [3], natomiast badaniom fitosocjologicznym poświęcona jest praca Krotoskiej [6]. Obie prace były wykonywane równolegle na tych samych powierzchniach, najbardziej reprezentatywnych dla poszczególnych grup podzespołów grądowych. Próbki pobrane podczas wykonywania badań gleboznawczych wykorzystano częściowo do oznaczeń mikroskładników, na których oparte jest niniejsze opracowanie.

Lasy grądowe są w warunkach Wielkopolski zespołem najbardziej zbliżonym do naturalnego i najlepiej dostosowanym do warunków siedliskowych na żyźniejszych glebach piaszczysto-gliniastych i gliniastych. Stąd też poznanie zasobności gleb w mikroskładniki pod tego rodzaju zbiorowiskami roślinnymi może pomóc w charakterystyce warunków, jakie panują w konkretnym ekosystemie; ponadto może naświetlić stosunki w analogicznych glebach wywodzących się z grądów, a obecnie znajdujących się pod uprawą rolniczą.

Należy nadmienić, że grądy zachowały się do dzisiaj przeważnie jako niewielkie kompleksy leśne. Niekiedy jednak, jak to ma miejsce w powiecie wrzesińskim, nowotomyskim czy krotoszyńskim, zajmują większe obszary.

BADANIA WŁASNE

Jako cel pracy postawiono:

— zbadanie zasobności gleb lasów grądowych w przyswajalne formy mikroskładników: manganu, miedzi, cynku, boru i molibdenu,

— porównanie rozmieszczenia mikroskładników w profilach w nawiązaniu do wyróżnionych typów gleb,

— prześledzenie w badanych glebach stosunku manganu do dwuwartościowego żelaza,

— stwierdzenie, czy różnice w zawartości przyswajalnych form mikroskładników znajdują odbicie w podzespołach asocjacji roślinnych,

— uzyskanie materiału porównawczego, który mógłby rzucić światło na pierwotną zasobność znacznej części naszych gleb uprawnych.

Wybrane do badań gleby pochodzą, jak to już wspomniano, z najbardziej typowych dla Wielkopolski partii lasów grądowych.

Lasy grądowe są wielogatunkowymi lasami liściastymi, z grabem *Carpinus betulus* L., dębem *Quercus robur* L., *Q. sessilis* Ehrh. i lipą *Tilia cordata* Mill. jako głównymi gatunkami drzew. W zespole tym mogą występować także klony *Acer campestre* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. platanoides* L. i wiązy *Ulmus campestris* L., *U. laevis* Poll., a w granicach zasięgu również i buk *Fagus silvatica* L. Podrost i podszyt tworzy najczęściej grab, leszczyna *Coryllus avellana* L. i rzadziej wiciokrzew *Lonicera xylosteum* L,. dereń świdwa *Cornus sanguinea* L. i głogi *Crategus* sp. Do przewodnich gatunków roślin zielnych należą: gwiazdnica wielkokwiatowa *Stellaria holostea* L., przytulia leśna *Galium Silvaticum* L., przytulia Schultesa *Galium Schultessi* Vest., jaskier kaszubski *Ranunculus cassubicus* L., turzyca orzęsiona *Carex pilosa* Scop.

Lasy dębowo-grabowe Wielkopolski zalicza się do dwóch zespołów regionalnych: *Galio* (*silvatici*)-*Carpinetum,* Oberd. 1957 i *Tilio-Carpinetum,* Traczyk 1962, występujących w analogicznych warunkach ekologicznych.

W grądach Wielkopolski wyróżniono [3] trzy typy gleb, a mianowicie: czarne ziemie, gleby brunatne i gleby płowe. Poszczególnym typom gleb odpowiadają określone grupy podzespołów łąsu dębowo-grabowego. Na glebach typu czarne ziemie występują z reguły grądy niskie, na glebach brunatnych — grądy wysokie, a na glebach płowych — grądy słabo acidofilne. W związku z powyższym zaproponowano dla grądów nowe nazwy [3], pełniej odzwierciedlające stosunki glebowo-roślinne w porównaniu z przyjętą u nas klasyfikacją [6]. Dla grądów niskich zaproponowano nazwę grądy czarnoziemne, dla grądów wysokich — grądy brunatnoziemne, a dla grądów słabo acidofilnych — grądy płowoziemne (tab. 1).

Grądy czarnoziemne, występujące w obrębie czarnych ziem (zdegradowanych) o budowie profilowej A_0–A_1–BC–C, reprezentowane są w niniejszej pracy przez 4 profile. We wszystkich przypadkach gleby te wytworzone są z glin zwałowych, spiaszczonych w górnej części profilu. Występują one w terenie równym lub zajmują płytkie, niekiedy rozległe obniżenia. Grądy brunatnoziemne występują na glebach brunatnych (wyługowanych i kwaśnych) o budowie profilowej A_0–A_1–(B)–C i są najczęściej położone na zboczach. Grupę tę reprezentują 3 profile. Gleby brunatne w tym przypadku wytworzyły się z glin zwałowych (profil 1, Leśnictwo Babiak) oraz ze zwałowych piasków gliniastych (profil 4 — Leśnictwo Promno i profil 9 — Leśnictwo Kękolewo, tab. 2). Grądy płowoziemne występujące na glebach płowych o budowie profilowej A_0–A_1–A_{3g}–B–C reprezentowane są przez 2 profile. Skałami macierzystymi w obu przypadkach są gliny zwałowe, spiaszczone w górnej części profilu (tab. 2).

Tabela 1

Typy gleb i podzespoły roślinne grądów Wielkopolski
Soil type groups and plant subassociacions of oak-hornbeam forests of Great Poland

Zespół roślinny Plant community	Leśnictwo i nr profilu Forest district and profile No.	Typ i podtyp gleby Soil type and subtype	Podzespół roślinny Plant subassociations
Grądy czarnoziemne Oak-hornbeam forests on black earths	3 Popielarze	czarna ziemia zdegradowana degraded black earth	Galio-Carpinetum stachyetosum
	11 Objezierze	czarna ziemia zdegradowana degraded black earth	Galio-Carpinetum stachyetosum
	13 Dakowy Mokre	czarne ziemie zdegradowane degraded black earth	Galio-Carpinetum stachyetosum
	2 Słomówko	czarna ziemia zdegradowana degraded black earth	Galio-Carpinetum stachyetosum
Grądy brunatnoziemne Oak-hornbeam forests on brown soils	4 Promno	gleba brunatna wyługowana leached brown soil	Galio-Carpinetum lathyretosum verni
	9 Kąkolewo	gleba brunatna kwaśna acid brown soil	Galio-Carpinetum lathyretosum verni
	1 Babiak	gleba brunatna wyługowana leached brown soil	Tilio-Carpinetum typicum
Grądy płowoziemne Oak-hornbeam forests on soils lessives	10 Siedlec	gleba płowa odgórnie oglejona soil lessive gleyed from top	Galio-Carpinetum holcetosum mollis
	6 Potarzyca	gleba płowa odgórnie oglejona soil lessive gleyed from top	Tilio-Carpinetum holcetosum mollis

METODY BADAŃ

Zawartość mikroskładników oznaczono w powietrznie suchych próbkach gleb przesianych przez sito o średnicy oczek 1 mm. Do oznaczania dwuwartościowego żelaza próbki gleb pobrano na przedwiośniu, w okresie fenologicznie wyznaczonym przez masowe kwitnienie przylaszczki. W okresie tym wilgotność badanych gleb jest bliska polowej pojemności wodnej (PPW), a stan ten utrzymuje się przez stosunkowo długi okres. Okres ten wydaje się najbardziej odpowiedni do uchwycenia w glebie stanu maksymalnej redukcji związków żelaza. Ekstrakcję żelaza przeprowadzono 10-procentowym HCl [8]. Do oznaczeń zasobności gleb w przyswajalne mikroskładniki zastosowano następujące metody ekstrakcji: cynk — 0,1n HCl według Weara-Sommera; miedź — roztworem rozcieńczonego HNO_3 o stężeniu zaproponowanym przez Westerhoffa, bor — wodą na gorąco według Bergera-Truoga, molibden — buforem szczawianowym o pH 3,3 stosowanym przez Grigga, mangan — metodą siarczynową, pH 8 — według Schachtschabela.

Ilościowo w wyciągach glebowych mikroskładniki oznaczono metodami kolorymetrycznymi przyjętymi przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze [12]. Wyjątek stanowi cynk, który oznaczono techniką absorpcji atomowej [7, 10], przy zastosowaniu następujących parametrów: linia spektralna 213 nm, szerokość szczeliny 0,3 mm, prąd lampy z katodą wnękową — 12 mA, przepływ powietrza — 5 l/min, zużycie acetylenu 1 l/min, po-

Tabela 2

Właściwości gleb oraz zawartość przyswajalnych mikroskładników
Properties of soil and available microelements content

Nr profilu Leśnictwo Profile No. and forest district	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth cm	Cząstki spławialne Clayey particles %	Koloidy Colloids %	Próchnica Humus %	$CaCO_3$ %	pH_{KCl}	Zawartość mikroskładników Microelements content ppm					Fe^{2+}	Stosunek Ratio Fe : Mn
								Mn	Zn	Cu	B	Mo		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czarne ziemie - Black earths														
3	A1	0-15	15,9	7,3	2,72	0,0	3,6	29,0	2,5	1,30	0,80	0,070	4071,0	171,0
Popielarze	A1	15-25	17,0	7,8	2,50	0,0	3,6	35,0	3,5	1,60	0,55	0,060	-	-
	BC	25-50	25,4	15,5		0,0	5,6	37,0	4,0	1,20	0,40	0,045	1712,0	46,0
	CG	50-75	24,8	11,1		8,3	7,6	18,0	3,0	2,40	0,32	0,045	1592,0	38,4
	CG	75-125	21,9	11,4		3,5	7,4	18,0	1,0	2,40	0,24	0,083	-	-
	CG	125-150	24,8	11,6		3,3	7,6	16,0	1,0	3,20	0,22	0,060	-	-
11	A1	0-10	12,3	4,7	1,96	0,0	5,8	123,0	5,0	3,20	0,50	0,050	4516,0	36,7
Objezierze	A1	10-40	14,6	5,9		0,0	6,3	80,5	4,0	3,10	0,33	0,050	1543,0	19,2
	A1	40-60	19,1	9,2		0,0	6,6	73,0	4,0	3,20	0,25	0,055	2117,0	29,0
	CB	60-80	31,8	21,1		0,0	7,1	63,0	3,5	3,10	0,28	0,045	2083,0	33,0
	C	80-120	31,2	16,2		8,5	8,1	50,0	1,0	2,00	0,23	0,045	1527,0	30,5
	CG	120-200	28,9	14,0		7,5	8,2	18,0	2,5	1,80	0,12	0,045	2129,0	118,2
13	A1	0-10	16,3	6,0	2,60	0,0	4,0	145,0	5,5	2,16	0,54	0,055	4118,0	28,4
Dąkowy Mokre	A1g	10-40	16,0	5,8		0,0	4,0	73,0	1,0	2,00	0,68	0,060	1508,0	20,6
	CBg	40-60	31,0	19,1		0,0	4,3	26,0	2,0	1,78	0,22	0,065	1682,0	64,6
	C	60-80	31,4	20,7		0,0	5,8	30,0	2,5	1,80	0,26	0,040	1485,0	49,5
	CG	80-120	27,4	14,6		7,1	7,7	18,0	2,0	1,50	0,18	0,035	1855,0	103,0
	CG	120-200	28,3	5,4		5,6	7,7	11,0	2,0	1,70	0,20	0,040	-	-

c.d. tabeli 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2 Słomówko	A1	0-20	13,1	9,1	3,03	0,0	4,3	68,0	4,0	1,70	0,43	0,050	4104,0	60,3
	A1Bg	20-40	10,7	5,2	0,75	0,0	4,2	19,0	2,5	1,50	0,36	0,055	1247,0	65,6
	Bg	40-65	16,3	4,9		0,0	4,1	26,0	3,0	1,40	0,18	0,050	585,0	22,5
	BCg	65-90	20,0	13,9		0,0	4,1	32,0	2,5	1,30	0,22	0,055	1594,0	49,8
	BC	90-120	19,2	12,9		0,0	4,4	32,0	2,0	1,96	0,66	0,060	1432,0	44,7
	Dg	120-160	24,1	15,1		0,0	6,9	21,0	3,5	2,30	0,56	0,045	1671,0	79,5
	Dg	160-200	29,0	16,3		7,3	7,5	13,0	3,0	3,00	0,40	0,050	-	-
Gleby brunatne - Brown soils														
1 Babiak	A1	0-15	21,2	12,3	3,14	0,1	6,9	75,0	6,0	1,80	0,45	0,065	2057,0	27,4
	/B/	15-30	29,3	20,0		0,0	4,5	63,0	2,0	2,20	0,26	0,045	1869,0	29,6
	/B/	30-60	27,4	18,9		0,0	4,3	68,0	5,0	1,96	0,30	0,045	390,0	5,7
	D1	60-85	22,0	5,7		5,2	7,6	21,0	3,5	2,20	0,42	0,045	700,0	33,3
	D2	85-90	23,2	19,6		34,2	7,8	20,0	4,0	2,10	0,30	0,025	503,0	25,2
	D3	90-140	18,4	12,3		3,7	7,8	18,0	5,0	2,20	0,18	0,045	704,0	39,1
	D4	140-180	22,4	13,4		5,3	7,6	16,0	3,0	2,60	0,26	0,045	-	-
4 Promno	A1	0-15	11,2	3,4	2,34	0,0	3,9	96,5	3,5	1,12	0,39	0,077	4327,0	45,0
	/B/	15-30	10,5	3,5		0,0	4,0	39,0	2,0	0,40	0,22	0,070	1235,0	31,7
	/B/	30-60	8,6	2,5		0,0	4,2	40,5	0,5	1,10	0,10	0,065	930,0	23,2
	Cg	60-110	6,9	1,7		0,0	5,1	15,5	1,0	1,40	0,17	0,045	715,0	46,1
	D1g	110-160	24,4	14,3		0,0	4,3	27,5	7,5	1,00	0,26	0,070	1072,0	38,9
	D2g	160-180	16,3	11,3		0,9	7,0	29,0	2,5	0,60	0,39	0,070	852,0	29,3
	D3g	180-220	19,4	10,8		6,2	7,7	13,0	2,5	0,50	0,18	0,050	-	-

c.d. tabeli 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9 Kąkolewo	A1	0-15	10,9	4,7	1,68	0,0	4,5	230,0	8,0	3,20	0,56	0,060	4303,0	18,0
	A1/B/	15-35	9,8	4,6	0,48	0,0	4,4	170,0	6,5	2,90	0,30	0,040	1458,0	8,0
	A1/B/	35-75	10,5	4,3		0,0	4,4	138,0	2,5	2,20	0,20	0,050	661,0	4,7
	/B/	75-110	18,6	13,9		0,0	4,2	113,0	2,0	2,40	0,22	0,060	469,0	4,0
	C	110-150	17,8	12,8		0,0	4,6	60,0	2,5	2,00	0,20	0,055	685,0	11,4
	D1	150-190	8,5	6,4		0,0	4,9	66,0	4,0	1,52	0,14	0,070	715,0	11,5
	D2	190-210	8,6	4,2		0,0	7,2	52,0	3,0	1,40	0,19	0,060	-	-
Gleby płowe - Soils lessivés														
6 Potarzyca	A1	0-10	13,4	3,5	4,66	0,0	3,7	61,5	7,0	1,96	0,42	0,055	3034,0	49,3
	A3g	10-30	16,1	7,5		0,0	4,0	19,5	2,5	0,70	0,13	0,045	1349,0	71,7
	Bg	30-75	35,3	24,0		0,0	3,8	86,0	2,5	3,40	0,42	0,060	1833,0	21,3
	Cg	75-120	26,0	21,6		8,2	7,4	18,0	3,0	2,00	0,10	0,055	1213,0	67,3
	Cg	120-200	35,6	19,7		9,5	7,5	16,0	3,0	1,80	0,14	0,050	1863,0	116,4
10 Siedlec	A1	0-15	12,4	3,4	4,49	0,0	3,3	85,0	5,5	4,00	0,40	0,080	3360,0	39,0
	A3g	15-40	14,2	5,9		0,0	4,2	52,0	2,5	3,50	0,19	0,065	763,0	14,7
	Bg	40-65	38,3	4,7		0,0	3,7	15,5	3,5	2,82	0,30	0,070	1407,0	90,7
	Bg	65-85	37,5	25,9		0,0	3,7	21,0	7,5	4,40	0,26	0,090	1307,0	62,2
	C	85-160	37,5	25,1		0,0	4,9	52,0	6,5	3,20	0,26	0,055	753,0	14,2
	C	160-200	36,7	11,1		4,3	7,4	19,2	3,0	2,68	0,26	0,055	-	-

ziom palnika — 1,5 cm poniżej strumienia światła. Zakres pomiaru wynosił od 0,5 do 5,0 µg Zn/ml. Stosowano spektrofotometr VSU1 Zeissa, spektrometr SP 90 Unicam i pehametr PHM 52 Radiometer.

Wszystkie badania terenowe, łącznie z pobieraniem próbek, przeprowadzono w okresie spoczynku roślin — od późnej jesieni do przedwiośnia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z przedstawionych danych (tab. 2) wynika, że zawartość przyswajalnych mikroskładników w glebach należących do poszczególnych typów jest w znacznym stopniu zróżnicowana. Ponadto istnieje często duża zmienność profilowa. Stopień zróżnicowania zawartości mikroskładników w poszczególnych typach, jak i między typami gleb nie jest jednakowy. Największą rozpiętość wykazuje zawartość manganu i cynku. Najzasobniejsze w mangan okazały się gleby brunatne. W ich poziomach próchnicznych zawartość tego składnika wynosi od 75,0 do 230 ppm. Zasobność czarnych ziem i gleb płowych w poziomach próchnicznych jest niższa. W czarnych ziemiach jest ona także silnie zróżnicowana w poszczególnych profilach i waha się od 29,0 do 145,0 ppm, a w glebach płowych wynosi 61,5 i 85,0 ppm.

Ujawniły się znaczne różnice w zawartości cynku w poziomach próchnicznych badanych gleb. Najzasobniejsze okazały się poziomy próchniczne gleb płowych, zawierające 7,0 i 5,5 ppm przyswajalnego cynku oraz poziomy próchniczne gleb brunatnych, w których zawartość tego składnika waha się od 3,5 do 8,0, ppm.

Najwięcej przyswajalnej miedzi zawierają poziomy próchniczne gleb płowych — 1,96 i 4,00 ppm. W poziomach próchnicznych gleb brunatnych zawartość przyswajalnej miedzi waha się od 1,12 do 3,20 ppm. W niektórych profilach zarówno czarnych ziem, jak i gleb brunatnych widać pewną kumulację tego składnika w poziomach próchnicznych, a w innych profilach jego rozmieszczenie jest mniej więcej równomierne.

Różnice w zawartości rozpuszczalnego boru pomiędzy poszczególnymi typami gleb nie są duże. W czarnych ziemiach zawartość tego składnika waha się w poziomach próchnicznych od 0,43 do 0,80 ppm, w glebach brunatnych — od 0,39 do 0,56 ppm, a w glebach płowych wynosi 0,40 i 0,42 ppm. Należy tu podkreślić ogólnie niską koncentrację przyswajalnych form tego pierwiastka we wszystkich glebach grądowych.

Badane gleby odznaczają się także niską zawartością i małym profilowym zróżnicowaniem molibdenu. Czarne ziemie zawierają przeciętnie w poziomach próchnicznych 0,056, gleby brunatne — 0,065, a gleby płowe 0,067 ppm.

Gleby grądowe zawierają stosunkowo duże ilości dwuwartościowego żelaza. Widać także wyraźne nagromadzenie tego pierwiastka w poziomach akumulacyjnych wszystkich poddanych badaniom gleb. W czarnych

ziemiach i glebach brunatnych daje się zauważyć spadek zawartości żelaza wraz z głębokością. Zjawisko to nie występuje tak wyraźnie jak w przypadku manganu.

Odrębne zagadnienie stanowi profilowe rozmieszczenie rozpuszczalnych form mikroskładników. Należy podkreślić, że dotychczas brak jest danych odnośnie roli i udziału mikroskładników w procesie glebotwórczym, który może przejawiać się w profilowym zróżnicowaniu form rozpuszczalnych. Wiadomo natomiast, że niektóre z nich, a przede wszystkim mangan, podlegają kumulacji biologicznej w górnej części profilu gleby. Wiąże się to w tym przypadku z dużą ilością szybko rozkładającej się ściółki lasów grądowych. Uwolnione składniki mogą być wmywane w górne partie profilu wodami opadowymi.

Lasy dębowo-grabowe, jak już nadmieniono, są na tych siedliskach zespołami najbardziej zbliżonymi do zespołów naturalnych. Odznaczają się szybkim rozkładem ściółki, której opad z reguły zanika w ciągu jednego roku. Większą szybkością rozkładu w naszych warunkach odznaczają się jedynie lasy łęgowe.

Na skalę profilowego rozmieszczenia i przemieszczania mikroskładników może dać pogląd porównanie zawartości ich w poszczególnych poziomach i skale macierzystej. Wydaje się, że takie porównanie jest w pełni możliwe, jakkolwiek stopień przyswajalności mikroskładników występujących w skale macierzystej i na przykład w poziomie próchnicznym może być różny. Przyczyny takiego stanu rzeczy można dopatrywać się w uwsteczniającej roli związków organicznych.

W celu zobrazowania profilowego rozmieszczenia przyswajalnych form mikroskładników wyliczono tzw. wskaźniki rozmieszczenia. Są to średnie zawartości mikroskładników w poszczególnych genetycznych poziomach gleby w stosunku do skały macierzystej. Wyliczeń dokonano osobno dla każdego typu gleby (tab. 3) i przedstawiono je graficznie (rys. 1). Przy opracowywaniu zestawienia nie uwzględniono podziału poszczególnych poziomów na podpoziomy. Poziom skały macierzystej traktowano łącznie z podłożem, o ile nie zalegało ono głębiej niż 2 m. W danym przypadku podłoże nie różniło się w większym stopniu ani pod względem składu mechanicznego, ani pochodzenia.

W poziomach próchnicznych czarnych ziem wskaźniki rozmieszczenia dla manganu, cynku, boru są większe od jedności i tym samym wskazują na kumulację rozpuszczalnych form tych mikroskładników. Dla miedzi i molibdenu wskaźniki w poziomie próchnicznym zbliżone są do jedności. Zawartość przyswajalnej miedzi utrzymuje się na poziomie jej zawartości w skale macierzystej. Taki obraz może być wynikiem stosunkowo dużej ruchliwości miedzi w warunkach kwaśnego środowiska i szybkiego rozkładu ściółki.

Tabela 3

Średnia zawartość mikroskładników i dwuwartościowego żelaza w glebach grądowych
Mean content of microelements and of bivalent iron in oak-hornbeam forest soils

Typ gleby Soil type group	Poziom genetyczny Genetic horizon	Liczba profili Number of profiles	Liczba próbek Number of samples	ppm					
				Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Czarne ziemie Black earths	A1	4	9	2960,0	71,7	3,6	2,19	0,49	0,056
	BC	4	5	1570,0	36,8	3,0	1,75	0,26	0,052
	CD	4	11	1700,0	22,2	2,1	2,18	0,31	0,050
Gleby brunatne Brown soils	A1	3	3	3560,0	133,8	5,8	2,03	0,46	0,067
	/B/	3	7	1001,0	90,5	2,9	1,88	0,23	0,070
	CD	3	11	682,0	30,7	3,5	1,54	0,24	0,053
Gleby płowe Soils lessivés	A1	2	2	3190,0	73,2	6,3	2,98	0,41	0,068
	A3g	2	2	1630,0	25,7	2,5	2,10	0,16	0,055
	Bg	2	2	1510,0	40,8	4,5	3,54	0,33	0,073
	C	2	2	1276,0	26,3	3,9	2,42	0,19	0,053

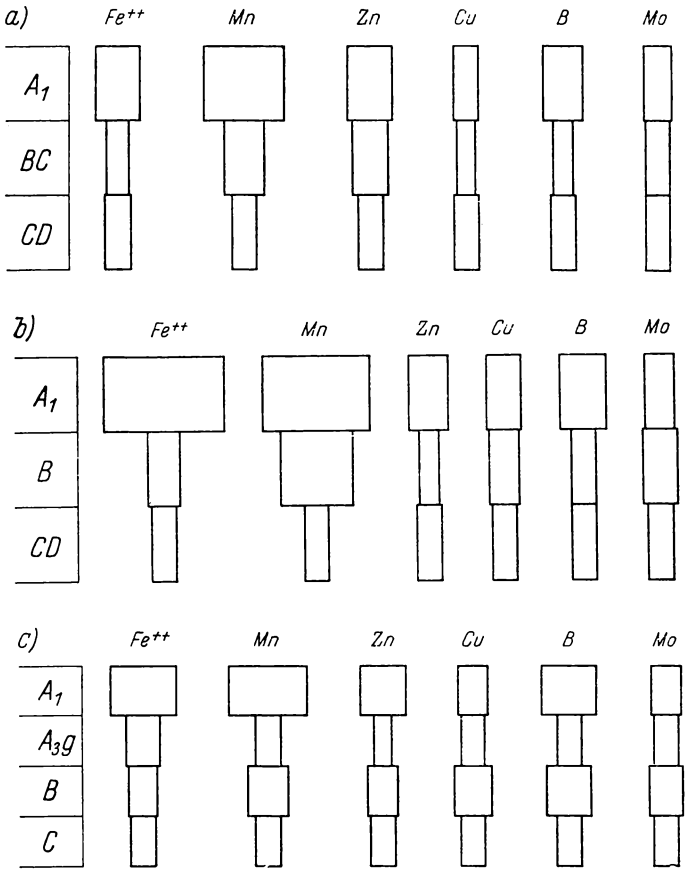
Inaczej przedstawiają się wskaźniki rozmieszczenia w poziomie przejściowym (*BC*) czarnych ziem. Wskaźniki wyższe od jedności wykazują tylko mangan i cynk, molibden występuje w tych poziomach w tej samej ilości co w skale macierzystej, a miedź i bor mają wskaźniki mniejsze od jedności.

W poziomach próchnicznych gleb brunatnych dla wszystkich pierwiastków wskaźniki są większe od jedności. Na podkreślenie zasługuje bardzo wysoki, bo wynoszący 4,3, wskaźnik dla manganu. Wskaźniki rozmieszczenia są w poziomach brunatnych (*B*) gleb brunatnych większe od jedności dla manganu, miedzi i molibdenu, równe jedności dla boru, a dla cynku mniejsze.

W poziomach próchnicznych gleb płowych wskaźniki rozmieszczenia dla wszystkich pierwiastków są większe od jedności, a w poziomie A_3g — dla wszystkich mikroskładników, z wyjątkiem molibdenu, mniejsze od jedności. W poziomach iluwialnych tych gleb ma miejsce nagromadzenie wszystkich mikroskładników, a wskaźniki rozmieszczenia dla miedzi i molibdenu są nawet wyższe niż w poziomach akumulacyjnych.

DYSKUSJA

Zestawione wyniki badań zawartości przyswajalnych form mikroskładników w glebach grądowych wykazują, że zachodzi znaczne zróżnicowanie ich zawartości w poziomach próchnicznych i że zróżnicowanie to zależy w pewnym stopniu od typu gleby. Najzasobniejsze w mangan są poziomy



Rozmieszczenie mikroskładników w profilach gleb
a — czarne ziemie, *b* — gleby brunatne, *c* — gleby płowe

Distribution of microelements in soil profiles
a — black earths, *b* — brown soils, *c* — soils lessivés

próchniczne gleb brunatnych. Mniejsze ilości tego pierwiastka stwierdzono w poziomach próchnicznych gleb płowych i czarnych ziem.

Przy obecnym stanie wiedzy o mikroskładnikach w glebach leśnych nie można się pokusić o całkiem pewne związanie tego zagadnienia z zasobnością skały macierzystej, typem gleby, jaki uformował się w przeszłości, aktualnym kierunkiem procesu glebotwórczego a zbiorowiskiem roślinnym. Różnice w roślinności związane z różnymi typami gleb, jakie stwierdził Dzięciołowski [3], znalazły wyjaśnienie w zróżnicowaniu właściwości fizycznych i chemicznych gleb należących do różnych typów genetycznych. Różnice te ujawniają się również, choć nie tak wyraźnie, w zawartości przyswajalnych form mikroskładników. Na razie brak jest jednak

danych porównawczych, na podstawie których można by opracować przedziały zawartości mikroskładników i porównać je z innymi glebami i innymi zespołami roślinnymi, a następnie ustawić je w swego rodzaju szereg troficzny. Niniejsza praca nie może dać na to odpowiedzi, ponieważ obejmuje tylko gleby grądowe.

W przypadku gleb grądowych, w czarnych ziemiach (zdegradowanych) i w glebach brunatnych (kwaśnych i wyługowanych) rozmieszczenie profilowe mikroskładników wykazuje wprawdzie znaczne różnice ilościowe, ale jego charakter nie różni się zasadniczo. Wszystkie badane mikroskładniki wykazują zarówno w poziomach próchnicznych, jak i w poziomach głębszych wskaźniki rozmieszczenia większe od jedności. Wyjątek stanowi jedynie spadek zawartości cynku w poziomie brunatnienia gleb brunatnych. Zjawisko to trudno na razie wyjaśnić.

Należy zwrócić uwagę, że w czarnych ziemiach zdegradowanych może zachodzić proces brunatnienia. Wydają się o tym świadczyć dane przytoczone w pracy Dzięciołowskiego [3]. Uznając występującą na badanych powierzchniach roślinność za najlepiej dostosowaną do warunków siedliskowych nie dysponujemy na razie dowodami świadczącymi o tym, czy zespół ten opanował czarne ziemie właściwe i zmienił je pod wpływem swoistego obiegu składników w czarne ziemie zdegradowane, czy wkroczył na nie dopiero wtedy, gdy specyficzny układ czynników glebotwórczych doprowadził do degradacji czarnych ziem.

Zagadnienie rozpuszczalnego żelaza, które starano się prześledzić na podstawie zawartości żelaza dwuwartościowego i jego stosunku do przyswajalnego manganu, odznacza się brakiem wyraźnej prawidłowości. Zróżnicowanie przejawia się bowiem zarówno w poszczególnych profilach należących do tego samego typu gleb, jak pomiędzy glebami należącymi do różnych typów.

Stosunek dwuwartościowego żelaza do manganu jest bardzo szeroki, dochodzący w niektórych przypadkach do 171 : 1, na przykład w poziomie próchnicznym czarnej ziemi w Leśnictwie Popielarze (tab. 2). Z zestawionych materiałów wynika, że kumulacja dwuwartościowego żelaza w poziomach próchnicznych jest bardzo duża. Zawartość tego składnika osiąga maksymalnie 4971 ppm. Równocześnie jest ona wyraźnie zróżnicowana, a zróżnicowanie to łączy się z przynależnością gleb do odmiennych typów. Największe średnie ilości dwuwartościowego żelaza stwierdzono w poziomach próchnicznych gleb brunatnych (tab. 2). W nich też wyraźnie uwidacznia się spadek zawartości tego pierwiastka wraz z głębokością. Podobnie przedstawia się przeciętny obraz rozmieszczenia żelaza dwuwartościowego w czarnych ziemiach, z tą jedynie różnicą, że spadek nie jest tak wyraźny, a średnia zasobność poziomu próchnicznego nie jest tak wysoka. Gdyby jednak spojrzeć na to zagadnienie wyłącznie z punktu ekologii roślin uw-

zględniając głębokość korzenienia się grądowej roślinności zielnej, to należałoby porównywać zasobność poziomu próchnicznego gleb brunatnych z odpowiednio miąższą górną częścią poziomu próchnicznego czarnych ziem. W takim ujęciu zawartość dwuwartościowego żelaza w glebach brunatnych byłaby niższa, w czarnych ziemiach bowiem daje się obserwować wyraźny spadek zawartości żelaza w dolnej części poziomu próchnicznego.

Profilowe rozmieszczenie dwuwartościowego żelaza w glebach płowych jest bardzo charakterystyczne. Średnia jego zawartość w poziomie próchnicznym przewyższa zawartość w poziomach próchnicznych czarnych ziem, ale jest niższa od średniej zawartości w poziomach próchnicznych gleb brunatnych. W poziomie A_3g tych gleb zaznacza się mniej wyraźny spadek zawartości dwuwartościowego żelaza w profilu 6 (Leśnictwo Potarzyca), a jest on wyraźniejszy w profilu 10 (Leśnictwo Siedlce). Nie osiąga jednak i tu takich rozmiarów, jakich można by oczekiwać sądząc z morfologii tych profilów. Poziomy eluwialne (przemycia) tych gleb wytworzyły się, jak wiadomo, wskutek działania procesów eluwialnych i procesów spowodowanych odgórnym oglejeniem.

Szczególnie interesujący jest w badanych glebach stosunek manganu do dwuwartościowego żelaza, a to ze względu na fakt, że oba te pierwiastki podlegają w różnym stopniu biologicznej kumulacji. Natomiast niewłaściwy stosunek Fe^{2+} do Mn jest często przyczyną występowania objawów chorobowych. Znajomość zawartości obu tych składników jest tym istotniejsza, że objawy ich niedoborów są identyczne. Stosunek ten może być także wskaźnikiem wyróżniającym poszczególne stadia rozwoju gleby, różniące się, jak wiadomo, charakterem obiegu składników.

Stosunek dwuwartościowego żelaza do manganu waha się w poziomach próchnicznych wszystkich badanych gleb w granicach od 18,0 : 1 do 60,3 : 1, z jednym tylko wyjątkiem daleko odbiegającym od podanego przedziału (171 : 1) w profilu 3 (Leśnictwo Popielarze). Stosunek ten rozpatrywany profilowo nie wykazuje prawidłowości poza tą, że z reguły poziomy próchniczne odznaczają się stosunkiem najszerszym.

Tak szeroki stosunek, w porównaniu z podawanym w literaturze (1,5 : 1, 2,5 : 1), dwuwartościowego żelaza do manganu wynikać może z zastosowanego środka ekstrakcji, a także z okresu pobrania prób — w stanie wilgotności zbliżonym do PPW. Może tu mieć także wpływ okoliczność, że żelazo przewyższa ilościowo mangan i może się zdarzyć, że całkowita ilość zawartego w glebie łatwo redukującego się manganu ulegnie redukcji. Dalsza redukcja żelaza może decydować o tym stosunku.

Na postawione pytanie co do zależności między zróżnicowaniem w glebie zawartości przyswajalnych mikroskładników a zbiorowiskiem roślinnym, nie można dać na razie zdecydowanej odpowiedzi. Dysponujemy

w tym względzie zbyt szczupłą ilością materiału. Można jedynie przypuszczać, że zależność taka istnieje i że nie będzie ona zależnością prostą.

Badane gleby lasów grądowych dadzą się ułożyć w szereg troficzny, zestawiony na podstawie liczebności gatunków roślin naczyniowych oraz występowania roślin o różnych wymaganiach; od najżyźniejszych grądów czarnoziemnych, poprzez grądy brunatnoziemne, do płowoziemnych jako najuboższych. Najzasobniejsze w przyswajalne formy mikroskładników są górne poziomy gleb brunatnych, ale przewyższają je pod tym względem wierzchnie partie poziomów próchnicznych czarnych ziem. Na razie jednak, dopóki nie znamy ilości mikroskładników, jaka jest wbudowana w żywe i obumarłe tkanki roślinne, i nie znamy szybkości obiegu tych składników, wywołanego rocznym opadem ściółki, a być może i wypłukiwanych z liści, nie będziemy w stanie dać na to pytanie jednoznacznej odpowiedzi.

Rozważając zagadnienie mikroskładników w glebach uprawnych wywodzących się z grądów, takich jak niektóre czarne ziemie, gleby brunatne i gleby płowe, należy przyjąć, że nie były one w momencie przejścia pod uprawę rolniczą zbyt zasobne w przyswajalne formy takich mikroskładników, jak molibden i miedź. Nie są na razie opracowane klasy zasobności w mikroskładniki dla gleb leśnych. Ocena zasobności badanych gleb w oparciu o przyjęte przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze klasy zasobności dla gleb uprawnych wykazała, że są one zasobne w mangan bez wyjątku (klasa I) i nie wykazują niedoborów cynku (tab. 4). Zreferowane powyżej badania wykazały, że do składników niedoborowych należy zaliczyć molibden i miedź.

Tabela 4

Procentowy udział poszczególnych klas zasobności gleb w mikroskładniki
Percentage of particular microelement abundance classes

Klasa zasobności Abundance class	Mn	Zn	Cu	B	Mo
I	100	66,6	11,1	88,9	-
II	-	33,3	44,4	11,1	22,2
III	-	-	44,4	-	77,8

Na podstawie przeprowadzonych badań należy uznać, że zagadnienie przyswajalnych form mikroskładników może być wykorzystane do śledzenia przebiegu procesu glebotwórczego. Wskazują na to w pewnym sensie wyniki Piotrowskiej [11], chociaż odnoszą się do gleb uprawnych. Być może uda się je wykorzystać do wyjaśnienia zależności istniejących między glebą a naturalną roślinnością leśną. Trzeba jednak dalszych, sze-

rzej zakrojonych i kompleksowo ujętych badań, w celu uzyskania odpowiednio szerokiej skali materiałów porównawczych. Powyższa praca stanowi dopiero wstępny etap i obejmuje jedynie wycinek tego złożonego zagadnienia.

Zebrane w tej pracy materiały pozwalają jednak sformułować kilka ogólniejszych wniosków.

WNIOSKI

1. Na podstawie wykonanych oznaczeń można stwierdzić, że gleby grądów Wielkopolski wykazują dużą zasobność w przyswajalne formy manganu. Najzasobniejsze w ten składnik są poziomy próchniczne gleb brunatnych.

2. Zasobność badanych gleb w przyswajalne formy cynku jest na ogół duża. Największą zasobność w ten składnik wykazały poziomy próchniczne gleb płowych oraz niektóre poziomy próchniczne gleb brunatnych, a najniższą poziomy A_3g gleb płowych oraz poziomy (*B*) gleb brunatnych.

3. Duża część gleb w lasach grądowych wykazuje niedobór przyswajalnej miedzi, co w pewnym sensie można tłumaczyć stosunkowo dużą zawartością próchnicy, powodującej uwstecznienie tego składnika.

4. Wszystkie badane gleby, niezależnie od typu, do jakiego należą, wykazują dobrą na ogół zasobność w bor.

5. Zarówno czarne ziemie, gleby brunatne, jak i gleby płowe wykazały niedobór molibdenu. W rozmieszczeniu profilowym tego składnika obserwuje się tu słabo zaznaczone zróżnicowanie.

6. Charakter profilowego rozmieszczenia przyswajalnych mikroskładników w czarnych ziemiach i glebach brunatnych jest na ogół podobny, obserwuje się jednak różnice ilościowe. Różnie układa się też zawartość cynku, którego ilość spada wyraźnie w poziomie (*B*) gleb brunatnych. W glebach płowych zaznacza się wyraźny spadek przyswajalnych form mikroskładników i dwuwartościowego żelaza w poziomie A_3g.

7. Nie ma wyraźnej zależności między stosunkiem dwuwartościowego żelaza do manganu a kierunkiem procesu glebotwórczego wyrażonym w typie gleby. Stosunek ten z reguły zwęża się wraz z głębokością, szczególnie jednak w czarnych ziemiach spotyka się poziomy o wyraźnie poszerzonym stosunku. Nie wykluczone, że wpływa na to obecność lustra wody gruntowej.

8. Zauważone różnice w rozmieszczeniu profilowym mikroskładników w glebach należących do różnych typów genetycznych nie można na razie uznać za wystarczające dla oparcia na nich wyjaśnienia zależności między glebą a podzespołami roślinnymi.

9. W porównaniu z glebami uprawnymi Wielkopolski, wywodzącymi się z siedlisk grądowych, rozpatrywane w tej pracy gleby charakteryzuje stosunkowo niska zawartość rozpuszczalnych form mikroskładników, a szczególnie molibdenu i miedzi.

LITERATURA

[1] Cybulko T.: Z badań nad zawartością niektórych pierwiastków śladowych u sosny pospolitej *Pinus silvestris* L. Fol. for. pol. Ser. A, z. 13, 1967.

[2] Czarnowska K.: Miedź w glebach Niziny Mazowiecko-Podlaskiej. Rocz. Nauk rol., 94-A-1968-4.

[3] Dzięciołowski W.: Gleby grądów Wielkopolski. Rocz. WSR Pozn., t. 31, 1966.

[4] Hacskaylo J.: Deficiency Symptoms in Forest Trees. 7-th Inter. Congress of Soil Science. Madison Wisconti USA, Reprint Transection, vol. 3.

[5] Hearman J.: Minor elements and the pine. Aust. For., 3 24–27.

[6] Krotoska T.: Lasy dębowo-grabowe Wielkopolski. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Poznań 1966.

[7] Lerner L. A., Iwanow D. N.: Opriedielenije obszczego sodierżanija zinka, miedi, kobalta i marganca w poczwach mietodom atomnoabsorpcjonnoj spektrofotometrii. Agrochimija, 3, s. 133–140.

[8] Methodenbuch. Neuman-Verlag, Berlin, t. 1, s. 74.

[9] Olson R. V., Carlson C. W.: Iron chlorosis of sorghums and trees related to extractable soil iron and manganese. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 14, 1949, s. 109–112.

[10] Pawluk S.: Soil analysis by atomic absorption. New Letters, 6, 3, 1967, s. 53–56.

[11] Piotrowska M.: Pierwiastki śladowe w niektórych glebach regionu opatowsko-sandomierskiego. Rocz. glebozn., dod. do t. 15, s. 267–272.

[12] Praca zbiorowa: Metody oznaczania dostępnych mikroskładników. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa 1966.

[13] Sarosiek J., Wachowska K.: Badania nad zawartością manganu, miedzi i kobaltu w glebie oraz roślinach lasu bukowego w Muszkowicach na Dolnym Śląsku. Acta Soc. Botan. Pol., vol. 29, 1.

[14] Smith M. E.: Micronutrients Essential for the Growth of *Pinus* radiata. Aust. For., 7, s. 22–27, 1943.

[15] Stantschew L.: Uber die Mikronährstoffversorgung der Gebirgswiesen und weiden Bulgariens. Tagungsberichte Nr. 85, Mineralstoffversorgung von Pflanzen und Tier. Jena 1966.

[16] Stoate T. N.: Some aspects of forest establishment and growth. Mac Millan Lect. For. I Univer. B. C., 1955.

[17] Walenczak Z.: Metody biogeochemiczne w badaniu zawartości niklu w serpentynitach dolnośląskich. Archiwum Mineralogiczne, t. 18, 1955, z. 2, s. 303–317.

[18] Wehrman J.: Mangan, Kupfer und Kobalt in Pflanzen und Boden Schleswig-Holsteiner Weidgebiete. Plant and Soil, 6 (1), 1955, s. 61–63.

[19] Zech W.: Besenderheiten in Ernährungszustand chlorotischer Fichten auf kalkreichen Böden. Forstw. Cbl., z. 1, 1970, s. 1–9.

В. ДЗИЕНЦИОЛОВСКИ, З. КОЦИАЛКОВСКИ

ДОСТУПНЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ДУБОВО-ГРАБОВЫХ ЛЕСОВ ВЕЛЬКОПОЛЬСКИ

Кафедра Почвоведения и Кафедра селькохозяйственной химии
Высшая Сельскохозяйственная Школа, Познань

Резюме

В почвах дубово-грабовых лесов определялось содержание доступных микроэлементов (по названным методам): марганца (Schachtschabel), цинка (Wear-Sommer) меди (Westerhoff), бора (Berger-Truog) и молибдена (Grigg). Микроэлементы изучались в согласовании с генетическими горизонтами следующих типов почв: перегнойно-карбонатных, бурых лесных и палевых почв. Обсуждалось также соотношение двухвалентного железа к марганцу. Установлено наличие некоторой зависимости между распределением по профилю марганца, цинка и бора а типом почвы. Отмечена аккумуляция доступных форм микроэлементов в гумусовом горизонте всех исследуемых почв, а также (исключая цинк) в горизонте (*B*) бурых лесных почв и в горизонте A_3 *g* палевых почв.

Констатируется очень широкое соотношение Fe^{2+} : Mn, особенно в гумусовых горизонтах. Предполагается однако, что на широту соотношений имели влияние применяемые методы определений.

Для ориентировки в обеспеченности этих почв микроэлементами предложены авторами классы обеспеченности. Так-как нет критериев по этому вопросу, были приняты рекомендованные Польским Обществом Почвоведов критерии для пахотных почв.

Установлено, что испытанные почвы хорошо обеспечены марганцем, цинком и бором, а бедны медью и молибденом.

W. DZIĘCIOŁOWSKI, Z. KOCIAŁKOWSKI

AVAILABLE MICROELEMENTS IN SOILS OF OAK-HORNBEAM FORESTS OF GREAT POLAND

Department of Soil Science
Department of Agricultural Chemistry
College of Agriculture in Poznań

Summary

The paper deals with the content of available microelements: manganese (Schachtschabel), zinc (Wear-Sommer), copper (Westerhoff), boron (Berger-Truog) and molybdenum (Grigg) in soils of oak-hornbeam of Great Poland. The content of microelements was determined with reference to particular horizons of black earths, brown soils and lessives soils. The ratio between bivalent iron and manganese was analysed as well.

Some relationship between manganese, zinc and boron occurance and great soil group has been found. The accumulation of available forms of microelements can be

observed in humus horizons of all soils investigated, in (*B*) horizons of brown soils (with the exception of zinc) and in A_3g horizons of soils lessivés.

The ratio Fe^{2+}:Mn is very high, partly as a result of the methods applied.

With the aim to study the abundance of these soils in microelements, a classification attempt has been undertaken. Because of the lack of proper criteria for forest soils, the criteria proposed by the Polish Soil Science Society for arable land have been applied. It has been found that the soils investigated are rich in available forms of manganese, zinc and boron. Copper and molybdenum have to be considered as being in deficiency.

Wpłynęło do PTG w maju 1970 r.

Doc. Wojciech Dzięciołowski
Katedra Gleboznawstwa WSR
Poznań, Mazowiecka 42

Dr Zdzisław Kociałkowski
Katedra Chemii Rolnej WSR
Poznań, Wojska Polskiego 71 F