
Medininkų ledynmečio glacigeninių nuogulų dirvožemių anomalijos genezė

Olga Vareikienė

Vareikienė O. Genesis of anomaly in soil developed on Saalian glaciation sediments. *Geologija*. Vilnius. 2001. No. 35. P. 15–22. ISSN 1392–110X.

The long period of weathering of the Ašmena Highland sediments of the Medininkai (Saalian) glaciation was favourable for redistribution of microelements among their different forms. Due to this reason and also to long-lasting soil-forming processes, soil of the Ašmena Highland is distinguished by a specific texture and chemical composition. In all textural soil types of the Ašmena Highland, anomalies of clastogenic and biogenic-technogenic microelements have been distinguished. Their analysis showed that the content of anomalous microelements in the soil formed of deposits of the Medininkai glaciation mostly depend on the distribution and chemical composition of their host minerals and also on their accumulation in the aleuritic-clayey part of soil.

Keywords: geochemical anomaly, accessory minerals, redistribution of microelements, grain-size fraction

Received 5 September 2001, accepted 15 September 2001

Olga Vareikienė. Institute of Geology, T. Ševčenkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania

IVADAS

Analizuojant geochemines anomalijas Lietuvos dirvožemiuose ypatingas dėmesys buvo skiriamas mikroelementų kiekiui, jų pasiskirstymui bei būvio formoms dirvožemyje, susiformavusiame pietrytinėje Lietuvos dalyje. Čia priešpaskutiniojo Medininkų ledynmečio Ašmenos aukštumos glacigeninės nuogulos beveik 100 tūkst. metų ilgiau nei paskutiniojo Nemuno ledynmečio nuogulos buvo veikiamos periglacialinių ir kitų procesų, todėl vienodėjo paviršiaus nuogulų mineralinė sudėtis, mažėjo molio mineralų ir formavosi monotoniškesnės (priesmėlingos) sudėties dirvodarinės uolienos (Basalykas ir kt., 1976). Dėl šios priežasties bei ilgiau trunkančių dirvodaros procesų Ašmenos aukštumos glacigeninės nuogulos ir ant jų susiformavę dirvožemiai išsiskiria savita struktūra, mineraline bei chemine sudėtimi. Juose taip pat nustatytas padidėjęs daugelio mikroelementų kiekis, todėl šie dirvožemiai sąlyginai buvo priskirti anomalingiems.

Senesnio amžiaus glacigeninių nuogulų dirvožemių anomalijų išsamesnė analizė leidžia įvertinti jas formuojančių atskirų mikroelementų kaupimosi ir būvio formas dirvožemyje bei laiko poveikį mikroelementų pasiskirstymui.

MEDŽIAGA IR TYRIMŲ METODIKA

Straipsnyje panaudota Lietuvos dirvožemių geocheminio kartografavimo M 1:1000000 medžiaga, saugoma Geologijos institute ir Lietuvos geologijos tarnyboje. Ašmenos aukštumoje buvo surinkti 48 dirvožemio humusingo horizonto mėginiai: 16 – smėlio, 17 – priesmėlio ir 15 – priemolio-molio. Mikroelementinė sudėtis nustatyta <1 mm frakcijoje, pagrindinės analizės metodas – optinė emisinė spektrinė analizė. Mikroelementų anomalingumas buvo išaiškinamas lyginant jų medianinį kiekį Ašmenos aukštumos dirvožemiuose su mikroelementų foniniu kiekiu, nustatytu visoje Lietuvoje. Išsamiau buvo ištirti mėginiai, kuriuose rastas didžiausias anomalinių mikroelementų kiekis. Organinė medžiaga buvo pašalinta vandenilio peroksidu, dumblinimo metodu išskirta molio frakcija (<0,01 mm). Likusioje mineralinėje dalyje sietų pagalba buvo išskirtos keturios frakcijos: 0,01–0,05 mm – smulkaus aleurito, 0,05–0,1 mm – stambaus aleurito, 0,1–0,25 mm – smulkaus smėlio ir >0,25 mm – vidutinio grūduotumo ir rupaus smėlio. Naudojant metilo jodidą (tankis 3,31 g/cm³) dvi pastarosios frakcijos buvo suskirstytos į lengvųjų ir sunkiųjų mineralų frakcijas.

Mineraloginė analizė buvo atlikta Suomijos Geologijos tarnybos Mineraloginėje laboratorijoje. Mineralų paplitimo frakcijose preliminariai analizei buvo panaudotas binokuliarinis mikroskopas. Kiekybinei cheminei atskirų mineralų grūdelių analizei buvo pasirinkta smulkaus smėlio lengvoji ir sunkioji frakcijos. Pašalinus magnetitą, iš jų buvo paruošti poliruoti šlifai, kurie pirmiausia buvo analizuojami su poliarizaciniu mikroskopu. Jo pagalba buvo parinktos bei paruoštos šlifo dalys išsamesnei mineralų cheminės sudėties analizei su skenuojančiu elektroniniu mikroskopu (SEM).

Granulimetrinėse frakcijose, kuriose buvo pakankamai medžiagos, optinės emisinės spektrinės analizės metodu buvo nustatytas bendras mikroelementų kiekis. Tai leido įvertinti kiekvienos frakcijos procentinį įnašą į bendrą mikroelemento kiekį mineralinėje mėginio dalyje. Mikroelemento kiekis kiekvienoje frakcijoje buvo randamas padauginus frakcijos svorį iš mikroelemento koncentracijos toje frakcijoje. Mikroelemento kiekio kiekvienoje frakcijoje procentinė dalis nuo bendro kiekio visose frakcijose parodė frakcijos procentinį įnašą į mikroelemento kiekį mėginyje. Mikroelementų kaupimosi koeficientai (KK) apskaičiuoti dalijant jų kiekį kiekvienoje frakcijoje iš nefrakcionuotame pirminiame bandyje nustatyto kiekio.

REZULTATŲ APTARIMAS

Ašmenos aukštumos smėlyje išskirta plataus spektro anomalija, kurioje vyrauja klastogeniniai (Zr, Ti, Y, Yb, Nb) bei biogeniniai-technogeniniai elementai (Mn, P, Ag) (1 lentelė). Priesmėliuose bei moliuose išskirtų anomalijų mikroele-

1 lentelė. Ašmenos aukštumos dirvožemių mikroelementų anomalinis kiekis ppm		Table 1. Anomalous content of trace elements in soil of Ašmena Highland, ppm																					
a) visos Lietuvos foninis mikroelementų kiekis / background values of trace elements in all Lithuania																							
Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	Y	Yb	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sc	Sn	Sr	Ti	V	Zn	Zr
I	0,067	22	291	3,4	24,2	6,5	5,1	10,7	1,5	17,2	10,7	0,62	12,5	9,1	622	14,8	2,5	1,9	68	1716	25,5	20,7	222
II	0,067	28	384	4,9	35,5	9,4	6,4	16,1	2,1	23,0	13,7	0,67	13,7	13,3	552	14,3	5,7	2,1	86	2512	36,7	28,4	280
III	0,064	33	417	6,0	42,5	11,3	7,5	18,8	2,4	26,5	16,3	0,70	13,6	16,9	527	14,6	7,7	2,3	91	2875	45,3	32,9	263
b) mikroelementų medianinis kiekis Ašmenos aukštumos dirvožemiuose / median values of trace elements in Ašmena Highland soil																							
Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	Y	Yb	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sc	Sn	Sr	Ti	V	Zn	Zr
I	0,079	22	296	3,4	23,1	6,8	5,3	12,4	1,8	18,3	11,3	0,62	14,6	8,6	847	15,0	2,5	2,1	68	2121	23,9	18,9	351
II	0,087	24,8	367	4,5	26,2	7,7	5,4	11,6	1,9	21,3	11,6	0,63	15,4	8,5	851	14,4	3,9	2,0	88	2499	26,2	28,3	369
III	0,083	24,8	438	4,6	32,6	8,6	6,7	13,8	2,0	22,4	14,3	0,66	14,6	10,7	897	14,6	5,5	2,0	90	2341	31,2	32,2	310
c) mikroelementų medianinio kiekio Ašmenos aukštumos dirvožemiuose santykis su jų foninėmis reikšmėmis / ratio of trace element values in soil of Ašmena Highland to their background values																							
Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	Y	Yb	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sc	Sn	Sr	Ti	V	Zn	Zr
I	1,18	0,99	1,02	1,00	0,95	1,05	1,04	1,16	1,20	1,06	1,61	1,00	1,17	0,95	1,36	1,01	1,00	1,09	1,00	1,24	0,94	0,91	1,58
II	1,30	0,88	0,96	0,92	0,74	0,82	0,74	0,72	0,90	0,93	1,62	0,94	1,12	0,64	1,54	1,01	0,68	0,95	1,02	0,99	0,71	1,00	1,32
III	1,30	0,76	1,05	0,77	0,77	0,76	0,89	0,73	0,83	0,85	1,43	0,94	1,07	0,63	1,70	1,00	0,71	0,85	0,99	0,81	0,69	0,98	1,18
I smėlis / sand, II – priesmėlis / sand-loam, III – priemolis-molis / loam-clay																							

mentinė sudėtis kiek siauresnė, ir ją atitinkamai sudaro Ag, Mn, Nb, P, Sr, Zr ir Ag, Ba, Mn, Nb, P, Zr. Visų dirvožemio mechaninių tipų anomalijų mikroelementinėje sudėtyje pirmauja klastogeninių-biogeninių elementų grupė (Ag, Mn, P, Zr). Pažymėtina, kad palyginus ne tik su fonu, bet ir su kitais Lietuvos dirvožemio rajonais, Ašmenos aukštumos dirvožemiai taip pat išsiskiria P, Mn, Ag ir Zr didžiausiu medianiniu kiekiu (Baltrūnas ir kt., 1998). Tokios mikroelementinės sudėties formavimasis buvo veikiamas ilgiau trunkančių dūlėjimo bei dirvodaros procesų, kurių metu mikroelementai persiskirstė. Formuojantis Ašmenos aukštumos priemolio humusingam horizontui gerokai išaugo Ti, Zr, Nb, Y, Yb, La, Ag, P, Mn ir sumažėjo B, Ga, V, Cr, Co,

Ni, Cu, Zn ir Sc kiekis. Įvyko aiški mikroelementinės sudėties diferenciacija: padaugėjo klastogeninių ir biogeninių-technogeninių mikroelementų, o sumažėjo litogeninių (Gregorauskienė, Kadūnas, 1999). Ašmenos aukštumos dirvožemiuose vykstanti mikroelementų diferenciacijos procesą patvirtina ir apibendrinantys geocheminiai rodikliai, pagal kuriuos Ašmenos aukštumos dirvožemiai ryškiai skiriasi nuo kitų dirvožemio rajonų. Dėl ilgalaikių Medininkų ledynmečio nuogulų periglacialinių performavimo procesų įsivyravo bendra mikroelementų išnešimo tendencija ir kartu išryškėjo kontrastinga mikroelementinė sudėtis: vienų mikroelementų (P, Mn, Ag, Zr, Nb) kiekis išaugo kelis kartus, kitų (Cr, Co, Ni, V, Sc) sumažėjo (Kadūnas, 2000).

2 lentelė. Anomalingų mikroelementų kiekio pasiskirstymas Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio granulometrinėse frakcijose

Table 2. Distribution of anomalous trace element values of in grain-size fractions in soil of Ašmena Highland

a) bendras mikroelementų kiekis ppm / total values of trace elements, ppm

Frakcijų svoris g Weight of fraction, g		Frakcija Fraction	Ag	Mn	Nb	P	Ti	Y	Yb	Zr
10,11		0,05–0,01	0,08	820	14	1500	3300	25	3,7	560
14,15		0,1–0,05	0,07	740	15	1000	3000	20	3,4	470
36,84	L	0,25–0,1	0,08	380	14	1000	1200	10	1,4	70
49,32	L	>0,25	0,06	280	10	1000	600	10	1,1	60
1,34	H	0,25–0,1	0,70	11000	90	750	50000	60	6,8	1600
		NB	0,049	587	9,8	342	1565	14,7	1,9	147

b) mikroelementų kaupimosi koeficientai / coefficients of trace element accumulation

	Frakcija Fraction	Ag	Mn	Nb	P	Ti	Y	Yb	Zr
	0,05–0,01	1,6	1,4	1,4	4,4	2,1	1,7	1,9	3,8
	0,1–0,05	1,4	1,3	1,5	2,9	1,9	1,4	1,8	3,2
L	0,25–0,1	1,6	0,6	1,4	2,9	0,8	0,7	0,7	0,5
L	>0,25	1,2	0,5	1,0	2,9	0,4	0,7	0,6	0,4
H	0,25–0,1	14,3	18,7	9,2	2,2	31,9	4,1	3,6	10,9

c) skirtingų granulometrinių frakcijų įnašas į bendrą mikroelemento kiekį mineralinėje dirvožemio dalyje % / contribution of different grain fractions to total values of trace elements in the mineral part of soil, %

%		Frakcija Fraction	Ag	Mn	Nb	P	Ti	Y	Yb	Zr
9,05		0,05–0,01	9,36	13,52	9,54	13,02	15,40	17,10	18,66	28,32
12,66		0,1–0,05	11,46	17,08	14,31	12,15	19,60	19,15	24,00	33,26
32,96	L	0,25–0,1	34,10	22,83	34,77	31,63	20,41	24,93	25,73	12,90
44,13	L	>0,25	34,24	22,52	33,25	42,34	13,66	33,38	27,06	14,80
1,20	H	0,25–0,1	10,85	24,04	8,13	0,86	30,93	5,44	4,55	10,72

L ir H – lengvoji ir sunkioji frakcijos / light and heavy separates,

NB – mikroelementų kiekis pirminiame mėginyje ppm / quantity of trace elements in primary sample, ppm,

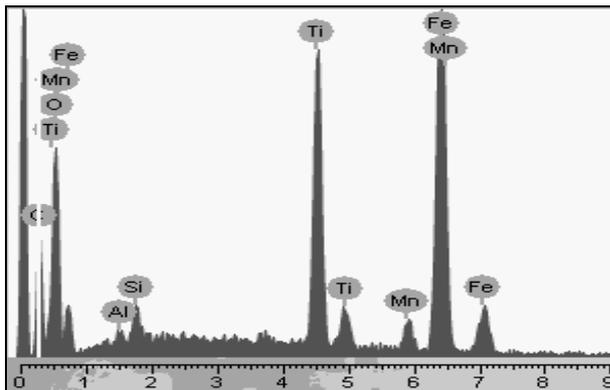
% – atskirų frakcijų procentinė dalis bendrame mineralinių bandinių svoryje / percentage of separate fractions in the total weight of mineral samples.

3 lentelė. Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio smulkios frakcijos mineralų grūdelių vidurkinė cheminė sudėtis % (SEM analizė) Table 3. Average chemical composition of heavy minerals of the fine sand fraction of Ašmena Highland sandy soil (SEM analysis, %)															
Mineralas / Minerals	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Zr	Cr	P	Ce	Th	O
Diopsidas / Diopside		7,47	1,09	25,43		11,28	1,00		11,49						42,86
Raginukė / Horblende	0,85	3,37	5,39	20,85	0,95	7,40	1,50	0,61	18,73						40,67
Granatas (almandinas)															
Garnet-almandine		2,00	11,53	19,06		4,83	0,69	1,14	20,67						41,32
Granatas (grosuliaras)															
Garnet-grossular			11,68	19,90		15,53	0,58		10,09						42,41
Hematitas / Hematite			0,73	1,59		0,45	0,82		73,14						23,83
Ilmenitas / Ilmenite	1,17	1,67	1,42	3,16	0,57	3,66	30,36	1,87	28,77						34,10
Monacitas / Monacite				2,07		2,39			3,65			20,81	24,23	10,09	36,77
Rutilas / Rutile				1,16			56,75		2,22						39,87
Staurolitas / Staurolite		1,05	26,96	14,34			0,78		11,91						44,95
Cirkonas / Zircon			0,55	16,07			1,67		2,122	45,61	1,32				35,44

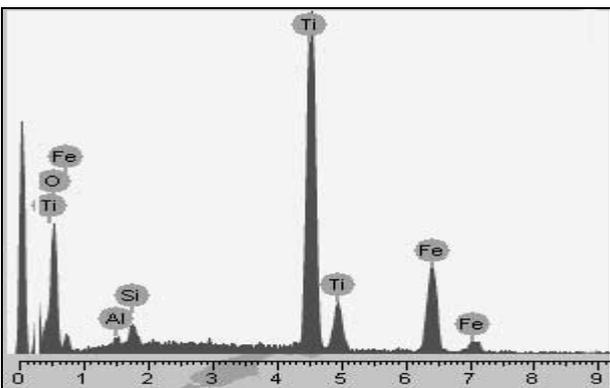
Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio atskirų granulimetrinių frakcijų mikroelementinės sudėties analizė parodė, kad anomaliją formuojančių Ti, Zr, Y, Yb, Ag, Mn mikroelementų daugiausia yra 0,25–0,1 mm sunkiojoje frakcijoje (2 lentelė, a). Iš jų aukščiausiais kaupimosi koeficientais ($K_k > 10$) pasižymi Ti (32), Mn (18,7), Ag (14,3), Zr (10,9) (2 lentelė, b). Pažymėtina, kad jų reikšmės vidutiniškai daugiau nei 10 kartų viršija atitinkamus K_k kitose frakcijose. Smėlio frakcijos lengvoji dalis nepasižymi dideliu anomalingų mikroelementų kiekiu, bet dėl didelio pirminio svorio jos reikšmė atskirų mikroelementų (Ag, Nb, P, Y, Yb) procentiniam įnašui į visą bendrą jų kiekį yra pati didžiausia (2 lentelė, c).

Su dūlėjimui atsparių sunkiųjų mineralų santykinio kiekio padidėjimu Medininkų ledynmečio glaciogeninėse nuogulose (Baltrūnas, 1995) gali būti siejamas padidėjęs klastogeninių mikroelementų (Ti, Zr, Y, Yb) bei iš dalies Mn ir P kiekis Ašmenos aukštumos dirvožemio anomalijoje. Didžiausią kaupimosi koeficientą sunkiojoje frakcijoje turintis Ti įeina į daugelio mineralų sudėtį. Jo didžiausias vidurkinis procentinis kiekis rastas rutile (56,75%), mažesnis – ilmenite (30,36%) (3 lentelė, pav., a); pastarasis išsiskiria itin gausiu paplitimu (24,5% nuo bendro visų nustatytų mineralų kiekio). Mažesnis Ti kiekis aptinkamas hematite, diopside, granatuose (almandine ir grosuliare), raginukėje (3 lentelė). Nors pagrindiniai titano mineralai (oksidai) yra vieni atspariausių dūlėjimui, ilgainiui jie oksiduojasi (1 pav., b; ilmenitas iš dalies oksiduojasi iki leikokseno), taip pat vyksta dalinė jų ir kitų mineralų dekompozicija, kurios metu išsilaisvinęs Ti gali būti sorbuojamas molio mineralų arba sudaryti autigeninį anatazą. Be to, moliuose aptinkama ir smulkių pirminio anatazo kristalų, daugiausia paveldėtų iš dirvodarinių uolienu (Berrow, Mitchell, 1991). Smėlio dirvožemio 0,25–0,1 mm frakcijos sunkiųjų mineralų šlifų atskirų mineralų cheminės sudėties analizė parodė, kad cirkono cheminėje sudėtyje vyrauja Zr, kuris vidutiniškai sudaro apie 50% (3 lentelė), tačiau jo kiekis gali siekti 64,8% ir daugiau (Hytönen, 1999). Taigi cirkoną galima priskirti prie pagrindinių Zr šaltinių dirvožemiuose, nors mažesniais kiekiais jo gali būti ir kituose mineraluose. Silikatų kristalinėse gardelėse jis izomorfiškai keičia Fe ir Mg. Jo kiekis amfiboluose vidutiniškai sudaro 47–800, piroksenuose – 130 ir net iki 2870, žerutyje – nuo 88,7 iki 377,6 ppm (Иванов, 1994). Šiems dūlant dalis izomorfiškai surišto Zr išsilaisvina ir kaupiasi dirvožemio mologoje-aleuritingoje dalyje (Berrow, Mitchell, 1991). Silikatų dūlėjimo tyrimai smėlingo dirvožemio profilyje Šiaurės Norvegijoje parodė, kad viršutiniuose dirvožemio horizontuose 90% bendro žėručio kiekio yra

a) ilmenitas / ilmenite



b) ilmenitas-leikoksenas / ilmenite altered to leucoxene



Pav. Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio smulkaus smėlio frakcijos atskirų mineralų cheminės sudėties spektrai (SEM-EDS analizė)

Fig. Spectra of the chemical composition of mineral grains of fine sand separates of Ašmena Highland sandy soil (SEM-EDS analyses)

ištirpusio bei transformuoto į antrinius mineralus (Tevel dal et al., 1990). Išdūlėjusio žėručio gausa atskiruose dirvožemio mėginiuose gali būti viena iš Zr kaupimosi aleurito-molio frakcijose priežasčių. Be to, Zr, kaip ir kitų mikroelementų (Ti, Y, Yb, Mn), kaupimasis aleurito frakcijoje gali būti susijęs su dūlėjimui atsparių mineralų (cirkono, ilmenito-magnetito, rutilo) pagausėjimu dirvodarinės morenos aleuritinėje dalyje (Климашаускас, 1966). Itrio ir Yb kiekis ir jo pasiskirstymas, kaip ir Zr, yra susijęs su mineraline jų forma. Didesnis Yb kiekis gali būti daugelyje akcesorinių mineralų: cirkone, granate, apatite, sfene, epidote, turmaline (atitinkamai 253, 70, 17, 207, 2,1, 0,59 ppm). Itris aptinkamas monacite (0,9–1,58% Y_2O_3), apatite (11,4–1150 ppm), cirkone (3640 ± 980 ppm), rutile (apie 0,35 ppm), sfene (6,3 iki 24,7%) (Иванов, 1994). Nors Y ir Yb daugiausia yra sunkiojoje frakcijoje, jie kaupiasi ir aleuritingoje dirvožemio dalyje (2 lentelė, a, b).

Ašmenos aukštumos smėlingame dirvožemyje didžiausias Mn kiekis nustatytas smėlio frakcijos

sunkiųjų mineraluose. Jis labiausiai paplitęs silikatuose, kurių gardelėse izomorfiškai keičia Fe^{3+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cn^{2+} , Ni^{2+} . Didžiausias jo kiekis rastas spesartine (MnO iki 30,62%), kiek mažiau – kituose granatų grupės mineraluose (pirope 0,29, uvarovite 0,03% MnO), taip pat jo yra staurolite (0,72%), turmaline (0,23%), magnetite (0,17%), diopside (0,08–0,49%) ir kt. (Hytönen, 1999). Nedideliais kiekiais jis įeina ir į ilmenito (pav., a), almandino, raginukės sudėtį (3 lentelė). Ilga dūlėjimo trukmė Ašmenos aukštumoje buvo ypač palanki Mn pasiskirstymui tarp įvairių jo būvio formų dirvožemyje. Iš mineralų grūdelių dūlėjimo metu pašalintas izomorfiškai surišas Mn buvo sorbuojamas įvairių dirvožemio komponentų. Didesnį Mn kiekį smėlio frakcijoje nulemia ne tik jo paplitimas pirminių mineralų sudėtyje, bet ir kaupimasis ant pagrindinių mineralų susidariusiose hidroksidų plėvelėse, atskirų kongrecijų susidarymas. Kitą į dirvožemio tirpalą patekusio Mn dalį sorbuoja smulkios dalelės, dėl to išaugo jo kiekis ir aleuritinėje dirvožemio dalyje (2 lentelė, a).

Sidabro, kuris priskiriamas prie aleurito frakcijoje besikaupiančių elementų (Kadūnas, Gregorauskienė, 1999), didžiausias kiekis nustatytas sunkiojoje smulkaus smėlio frakcijoje. Daugiau jo yra granatuose, biotite, olivine, piroksenuose, plagioklazuose (atitinkamai 4,9; 0,66; $0,02 \pm 0,01$; $0,02 \pm 0,005$; $0,029 \pm 0,006$ ppm) (Иванов, 1994).

Skirtingai nuo kitų mikroelementų, P labiausiai kaupiasi smulkaus aleurito frakcijoje (KK = 4,39) (2 lentelė, b), kur tikriausiai vyrauja sorbuotos jo formos bei susidarė antriniai hipergeniniai mineralai. Juose, pvz., vivianite, P kiekis gali siekti iki 27,94% bendros mineralo sudėties (Hytönen, 1999). Tai dar kartą patvirtina jo priskyrimą labiausiai aleurito ir molio frakcijose besikaupiančių mikroelementų grupei (Kadūnas, Gregorauskienė, 1999; Иванов, 1994). Be to, P taip pat kaupiasi ir kitose dirvožemio frakcijose (KK stambaus aleurito bei smėlio lengvosios frakcijose tik nedaug mažesni) (2 lentelė, b). Fosforo yra lengvuosiuose mineraluose: feldšpatuose (53–332 ppm), žėrutyje (biotite ir muskovite – 58 ir 63 ppm) ir net labai mažais kiekiais kvarce (0,2 ppm) (Иванов, 1994). Kaip jau buvo minėta, Ašmenos anomalijų atskiri dirvožemio mėginiai išsiskiria padidėjusiu išdūlėjusio žėručio kiekiu, ir tai galėjo lemti Zr, P ir kitų mikroelementų (Ti, Yb, Y) kaupimąsi aleurito-molio frakcijoje. Padidėjęs P kiekis lengvojoje frakcijoje gali būti susietas ir su sunkiųjų mineralų mikropriemaišomis lengvosios frakcijos mineraluose (4 lentelė). Mažiausias P kiekis nustatytas sunkiojoje frakcijoje, kur pagrindiniai jo deponuotojai – dūlėjimui atsparūs mineralai (monacite jo kiekis sudaro iki 20,81% bendros mineralo sudėties) (3 lentelė).

4 lentelė. Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio smulkaus smėlio lengvosios frakcijos mineralų cheminė sudėtis % (SEM analizė)

Table 4. Chemical composition of light minerals of fine sand fraction of Ašmena Highland sandy soil (SEM analysis, %)

Mineralai / Minerals	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	P	S	O
Apatitas su biotitu											
Apatite mixed with biotite	0,34	1,37	3,12	20,26	3,73	14,55		7,14	6,11		43,38
Lauko špatas / Feldspar	1,24		9,08	32,53	9,61						47,54
K-lauko špatas su plagioklazų											
Feldspar-K mixed with plagioclase	1,41	1,77	12,58	27,57	5,76		0,29	3,89			46,74
Plagioklazas su K-lauko špatu											
Plagioclase mixed with Feldspar-K	4,57		10,72	32,07	1,71	2,08					48,85
Plagioklazas (anortitas) su apatitu											
Plagioclase (anortite) mixed with apatite	0,82		1,04	4,54		38,34			13,51	1,06	40,71

IŠVADOS

Geocheminės anomalijos išskirtos visuose Ašmenos aukštumos dirvožemio tipuose: smėliuose vyrauja Zr, Ti, Y, Yb, Nb, Mn, P, Ag, priemėliuose – Ag, Mn, Nb, P, Sr, Zr ir moliuose – Ag, Ba, Mn, Nb, P, Zr. Pažymėtina, kad visų dirvožemio mechaninių tipų anomalijų mikroelementinėje sudėtyje pirmauja A, Mn, P, Zr. Ašmenos aukštumos smėlingo dirvožemio atskirų frakcijų mikroelementinės sudėties analizė parodė, kad anomalijas formuojančių mikroelementų Ti, Zr, Y, Yb, Ag, Mn daugiausia yra 0,25–0,1 mm sunkiojoje frakcijoje.

Medininkų ledynmečio glacigeninių nuogulų dirvožemyje gamtinę geocheminę anomaliją formuojančių mikroelementų kiekis pirmiausia priklauso nuo akcesorinių (cirkono, ilmenito, rutilo, monacito ir kt.) bei pagrindinių (amfibolų, piroksenų, žėručio ir kt.) mineralų paplitimo bei jų cheminės sudėties. Dėl ilgesnį laiką vykusių Medininkų ledynmečio nuogulų periglacialinių performavimo procesų, santykinai padidėjo dūlėjimui atsparių mineralų (cirkono, ilmenito, rutilo, monacito ir kt.) kiekis. Su jais yra susijusios Zr, Ti, Y, Yb, P, Ag bei Mn anomalijos. Cirkoną, kurio cheminėje sudėtyje vyrauja Zr, galima priskirti prie pagrindinių cirkonio šaltinių dirvožemiuose, nors mažesnis Zr kiekis randamas ir kituose mineraluose (amfiboluose, žėrutyje). Išdūlėjusio žėručio gausa mineralinėje dirvožemio dalyje gali būti Zr ir kitų anomaliją formuojančių mikroelementų (P, Ti, Y, Yb) kaupimosi aleurito-molio frakcijose priežastimi. Titano anomalinis kiekis susijęs su jo mineralų paplitimu. Daugiausia jo nustatyta rutile, ilmenite. Titano padidėjusį kiekį aleurito frakcijoje gali sąlygoti ir smulkūs anatazo kristalai, dažniausiai paveldėti iš pirminių dirvodarinių uolienu. Ytrio ir Yb kiekis ir jų pasiskirstymas, kaip ir Zr, yra susijęs su mineraline jų forma. Didesnis Yb kiekis gali būti

daugelyje akcesorinių mineralų: cirkone, granate, apatite, sfene, epidote, turmaline. Nors Y ir Yb daugiausia kiekai yra smulkaus smėlio sunkiojoje frakcijoje, jie kaupiasi ir aleuritingoje dirvožemio dalyje. Didžiausias Mn kiekis nustatytas smėlio frakcijos sunkiosiuose mineraluose. Jo rasta spesartine (MnO iki 30,62%), mažiau – kituose granatų grupės mineraluose, taip pat jo yra staurolite, turmaline magnetite, diopside.

Ašmenos aukštumoje ilgai vykę dūlėjimo procesai buvo palankūs mikroelementų persiskirstymui tarp įvairių jo būvio formų dirvožemyje. Smėlio frakcijose mikroelementų kiekis priklauso ne tik nuo depozuojančių mineralų paplitimo bei jų pirminės cheminės sudėties, bet ir nuo vykstančių geocheminių procesų, kurių metu iš pirminių mineralų išsilaisvinę mikroelementai formavo antrinius mineralus. Dūlėjimo metu iš mineralų grūdelių pašalinti mikroelementai buvo sorbuojami smulkių dalelių, dėl to padidėjo jų kiekis ir mologoje aleuritinėje dirvožemio dalyje.

Autorė dėkoja dr. V. Kadūnui ir recenzentui dr. A. Radzevičiui už vertingas pastabas.

Literatūra

- Baltrūnas V. 1995. Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija. Vilnius: Academia. 39–44.
- Baltrūnas V., Diliūnas J., Kadūnas V., Valiūnas J. 1998. Aplinkos geologija ir geochemija Lietuvoje. *Geologija*. **26**. 5–26.
- Basalykas A., Jurgaitis A., Mikalauskas A., Švedas K. 1976. Periglacialinių dengiamųjų darinių struktūra Medininkų aukštumoje ir Eišiškių plynaukštėje. *Geografija ir geologija*. **12**. 33–50.
- Berrow M. L., Mitchell R. L. 1991. Location of trace elements in soil profiles: total contents of particle-size separates. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*. **82**. 195–209.

Gregorauskienė V., Kadūnas V. Lietuvos geocheminis atlasas. *Lietuvos mokslas*. 23. 171–193.

Hytönen K. 1999. Suomen Mineralit [Minerals of Finland]. *Geologian tutkimuskeskus*. Erillisjulkaisu. 339 p.

Kadūnas V. 2000. Lietuvos skirtingo amžiaus glacigeninių nuogulų dirvožemių mikroelementinės sudėties ypatumai. *Geologija*. 30. 5–13.

Kadūnas V., Gregorauskienė V. 1999. Mikroelementai dirvožemio granulometrinėse frakcijose. *Geologija*. 28. 15–22.

Teveldal S., Jorgensen P. and Stuanes A. O. 1990. Long-term weathering of silicates in a sandy soil at Nordmoen, Southern Norway. *Clay Minerals*. 25. 447–465.

Иванов В. В. 1994. Экологическая геохимия. Москва: Недра. 670 с.

Климашаскас А. 1996. Закономерности изменения гранулометрического и минералогического состава разновозрастных морен Южной Литвы. Автореферат. Вильнюс. 17 с.

Olga Vareikienė

GENESIS OF ANOMALY IN SOIL DEVELOPED ON SAALIAN GLACIATION SEDIMENTS

Summary

Soil of the Ašmena Highland has developed on the Saalian glaciation sediments which are about 100 thousand years older than sediments of the last glaciation and have been effected by weathering processes for a longer period. As a result, soil has become more mechanically comminuted and consequently has a homogeneous textural composition with domination of the sandy-loam component. Periglacial and soil-forming processes cause redistribution of trace elements in soil among their different forms and changes in their chemical composition. Higher amounts of many trace elements were determined in soil of the Ašmena Highland in comparison with their background concentrations in all Lithuania, therefore this soil has been relatively attributed to anomalous areas.

Results of Dc Arc ES analysis of the total content of 24 trace elements in 48 samples of sandy, sandy-loamy and loamy-clayey soil was obtained in the frame of the project “Geochemical Atlas of Lithuania”. Samples of sandy soil with the highest content of anomalous trace elements were chosen for mineralogical investigation. The organic matter was destroyed using hydrogen peroxide, and the clayey particles were washed out of the samples. The residual mineral part was sieved to separate fractions: >0.25, 0.25–0.1, 0.1–0.05 and 0.05–0.01 mm. The fine sand fractions were subdivided into heavy and light fractions. The total values of trace elements in all these fractions were established by the Dc Arc ES method. Polished thin sections of heavy and light fractions were prepared and analysed with a polarising microscope and SEM in the Mineralogical Laboratory of Geological Survey of Finland.

In sandy soil of the Ašmena Highland, an extensive anomaly in which clastogenic (Zr, Ti, Y, Yb, Nb) and biogenic-technogenic (Mn, P, Ag) trace elements dominate has been distinguished. The number of anomalous trace

elements in sandy-loamy and loamy-clayey soil is not so great, and anomalies are formed by Ag, Mn, P, Sr, Zr and Ag, Ba, Mn, Nb, P, Zr (Table 1).

Results of chemical analysis of separate fractions of the anomalous sandy soil samples show that P has mostly accumulated in fine silt fraction, while the highest amounts of other anomalous trace elements (Ti, Zr, Y, Yb, Nb) have been determined in heavy fraction (Table 2).

The amounts of anomalous trace elements in soil developed on Saalian glacial sediments first of all depend on the distribution and chemical composition of accessory (zircon, ilmenite, rutile, monacite) and main (amphibole, pyroxene, mica) minerals (Tables 3 and 4). Due to a long period of weathering the quantity of weathering-resistant minerals has relatively increased, and the anomalies of Zr, Ti, Y, Yb, P, Ag and Mn are related with them. The greatest percentage of Ti was determined in rutile, ilmenite (which are especially abundant in heavy fraction) (Table 3, Fig. 1a), the lower content was found in hematite, diopside, garnets, hornblende (Table 4). Zirconium prevails in the chemical composition of zircon and makes up on the average about 50 per cent of the total composition (Table 3). The abundance of zircon in the fractions of soil samples studied allows us to ascribe it to the main source of Zr in soil, although smaller amounts of it also could be determined in other minerals (amphibole, pyroxene, mica). High amounts of weathering mica in separate anomalous samples of soil could cause accumulation of Zr and other microelements (P, Ti, Y, Yb) in aleuritic-clayey fraction. Monacite and apatite are the main accessory minerals of P, which also could be determined in K-feldspar, plagioclase, mica. Mn could be found in garnets, staurolite, turmaline, ilmenite. High contents of Mn are predetermined not only by the distribution of primary minerals, but also by redistribution of Mn during weathering processes and its accumulation in the aleuritic part of soil. The increased concentrations of Y and Yb are mostly related with their mineral forms. Yttrium could be found in monacite, apatite, zircon, rutile, sphene. Ytterbium also could enter the composition of many accessory minerals such as zircon, garnets, apatite, rutile and others.

A longer period of weathering in soil of the Ašmena Highland was favourable for redistribution of trace elements among their different forms. The anomalous amounts of trace elements in soil formed of Saalian glaciation sediments mostly depend on the distribution and chemical composition of their host minerals and also on their accumulation in the aleuritic-clayey part of soil.

Ольга Варейкене

ГЕНЕЗИС АНОМАЛИИ В ПОЧВАХ, РАЗВИТЫХ НА ГЛЯЦИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЯДИНИНКСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Резюме

Почвы Ашмянской возвышенности сформировались на гляцигенных отложениях Мядининкского оледенения, которые на 100 тыс. лет древнее отложений последнего оледенения и были подвержены процессам выветри-

вания более продолжительное время. В результате они имеют более гомогенный гранулометрический состав с преобладанием супесчаного компонента. Перигляциальные и почвообразующие процессы обусловили изменение ее химического состава. Концентрации многих элементов в почве превышают их фоновые значения, установленные для всей Литвы, поэтому почвы Ашмянской возвышенности были причислены к аномальным.

Спектрально-эмиссионный анализ общего содержания 24 микроэлементов в 48 образцах песчаных, супесчаных и суглинистых-глинистых почв был проведен в ходе выполнения проекта „Геохимический атлас Литвы“. Минералогический анализ легкой и тяжелой фракций 0,25-0,1 мм аномальных образцов песчаной почвы с поляризационным и сканирующим электронным микроскопами был проведен в Минералогической лаборатории Геологической службы Финляндии.

В песчаных почвах Ашмянской возвышенности выделена полиэлементная аномалия с преобладанием кластогенных (Zr, Ti, Y, Yb, Nb) и биогенных-техногенных элементов (Mn, P, Ag), в супесчаных и суглинистых-глинистых почвах аномалии формируют соответственно Ag, Mn, P, Sr, Zr, Ag, Ba, Mn, Nb, P и Zr (табл. 1). Результаты анализа микроэлементного состава гранулометрических фракций показали, что P наиболее накапливается в мелкоалевритовой фракции, в то время как повышенные концентрации других аномальных микроэлементов были определены во фракции тяжелых минералов (0,25–0,1 мм, табл. 2).

Концентрации микроэлементов, формирующих аномалии в почвах Ашмянской возвышенности, в основном зависят от распределения и химического состава аксессуарных (циркон, ильменит, рутил, монацит) и главных (амфиболы, полевые шпаты, слюды) мине-

ралов (таблицы 3, 4). Из-за продолжительного периода выветривания в почве относительно увеличилось количество устойчивых к выветриванию минералов, с которыми связаны аномалии Zr, Ti, Y, Yb, P, Ag и Mn. Наивысшее процентное содержание Ti определено в рутиле, ильмените (табл. 3, рис. 1а). Цирконий преобладает в составе циркона: около 50% его состава (табл. 3). Распространенность циркона в исследуемой фракции позволяет считать его главным источником повышенных концентраций Zr в почве. Большое количество выветрелых слюд в отдельных исследуемых образцах может быть причиной накопления Zr и других микроэлементов (P, Ti, Y, Yb) в алевритовой фракции. Монацит и апатит являются главными аксессуарными минералами P, который также может быть установлен в полевых шпатах, слюдах. Марганец входит в состав гранатов, ставролита, турмалина, ильменита. Повышенные концентрации Mn обусловлены не только распределением его минералов, но и его перераспределением в течение процессов выветривания и почвообразования и накоплением в тонкодисперсной части почв. Повышенные концентрации Y и Yb в основном связаны с их минеральными формами. Иттрий может входить в состав монацита, апатита, циркона, рутила, сфена, иттербий может быть обнаружен в цирконе, гранатах, апатите, рутиле.

Формирование аномалии в почвах Ашмянской возвышенности было предопределено продолжительностью процессов выветривания и почвообразования, обусловивших интенсивное перераспределение микроэлементов между различными их формами в почве. Повышенные концентрации микроэлементов в аномалиях в основном зависят от распределения и химического состава их содержащих минералов, а также от накопления в тонкодисперсной части почв.