

Mátrai vörösgyagok szerepe a visontai paleotalajok képződésében az ásványtani és geokémiai vizsgálatok tükrében

The role of the red clays of the Mátra Mountains, Northern Hungary in the genesis of palaeosols at Visonta in the light of mineralogical and geochemical results

BERÉNYI ÜVEGES Judit¹ – NÉMETH Tibor² – MICHÉLI Erika¹ – TÓTH Mária²

(2 ábra, 2 táblázat, 1 fénykép)

Tárgyszavak: vörösgyag, Mátra, paleotalaj, agyagásványok, kaolinit/szmektit
Keywords: red clay, Mátra Mts, palaeosol, clay minerals, kaolinite/smectite

Abstract

In the course of the study of red palaeosols of the Mátraalja region, mineralogical and chemical investigation of red clays from the Mátra Mts (Northern Hungary) was undertaken, focusing on the pedological aspects of the results. Red clays in the vicinity of Mátraháza, as well as in the Vár valley near Markaz, were studied and compared to the red palaeosol found at Visonta. Smectite with low layer charge was found to be their dominant mineral phase. It can have a beidellitic and a montmorillonitic character with equal frequency. Kaolinite/smectite, illite/smectite, hematite, crystalite, quartz and plagioclase were also identified in minor amounts. The differences between the mineralogical and chemical characteristics of the palaeosol at Visonta and that of the red clays from some locations in the Mátra Mts are due to intermixing with allochthonous material (dust, loess, and other piedmont sediments) and soil-forming processes. In spite of these discrepancies, the parent material of the red palaeosol at Visonta might have been the red clays from the Mátra Mts.

Összefoglalás

A mátraaljai vörös paleotalajok genetikájának értelmezése kapcsán került sor mátrai vörösgyagok ásványtani és kémiai vizsgálatára, valamint az eredmények talajtani szempontú értékelésére. A Mátraháza környékén és a markazi Vár-völgyben található vörösgyag előfordulásokat tanulmányoztuk, és a Visontán található vörös paleotalajhoz hasonlítottuk. A vörösgyagok uralkodó ásványa a kis rétegtöltésű szmektit, mely egyaránt lehet beidellitess és montmorillonitos jellegű. Mellette kaolinit/szmektit, illit/szmektit, hematit, krisztobalit, kvarc és plagioklász jelenik meg.

A mátrai vörösgyagok és a visontai paleotalajok ásványtani és kémiai tulajdonságaiban mutatkozó eltérések részben talajképződési folyamatoknak, részben pedig az áthalmozódás során allochton anyag (pl. hulló por, egyéb hegylábi, folyóvízi üledék) hozzákeveredésének a következményei.

A bemutatott eltérések ellenére indokoltnak tűnik a feltételezés, hogy a mátrai vörösgyagok lehettek a visontai paleotalaj talajképző kőzetei.

Bevezetés

A Mátraalja pliocén–pleisztocén környezetrekonstruktórára vonatkozó kutatóprogram keretein belül került sor a visontai paleotalajok talajtani,

¹ Szent István Egyetem Agrokémiai- és Talajtani Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

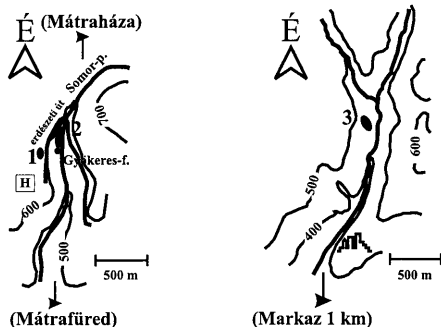
² MTA Földtudományi Kutatóközpont Geokémiai Kutatólaboratórium, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

ásványtani és genetikai vizsgálatára (BERÉNYI ÜVEGES et al. 1999, 2000; NÉMETH et al. 1999). A vörös paleotalajok képződésének értelmezése során több tényező is arra utalt, hogy a talajképző kőzet szerepét a Mátrából származó vörösagyagok tölthették be. Az ötlet nem a szerzők érdeme, hanem azt egy nagy geológus elődnek, SZABÓ Józsefnek köszönhetik, aki a múlt században a következőket írta: „A nyirok a Magas Mátrában megvan, s onnét lehúzódik a lejtén s tart le a Trachytheygyek tövénél a felsíkon jó tova” (SZABÓ 1869). Ezt alátámasztani látásának a visontai bányában megfigyelhető üledékmozgásra, áthalmazásra utaló jelek. A bennük rejlő esetleges megoldás ösztönözte a szerzőket arra, hogy a visontai paleotalajokkal való összehasonlítás végett mátrai vörösagyagokon ásványtani, kémiai vizsgálatokat végezzenek, és az eredményeket talajtani szempontból értelmezzék.

A vörösagyag előfordulások

A terepbejárás során STEFANOVITS Pál szóbeli közlése (1998) alapján kerestük fel a Mátraháza melletti Bérc Hotel közelében található vörösagyag kibukkanást, majd ennek további megjelenését a Somor-patak völgyében lefelé haladva. A mátraházai előfordulás mellett a visontai paleotalaj szelvényhez térben közelebb eső vörösagyag előfordulást is találtunk a Markaztól északra elhelyezkedő Vár-völgyben (1. ábra).

Mátraháza közelében, a Kalló-völgy felső részén 600–610 m tszf. magasságban egy útbevágás mentén néhány m²-es foltban bukkan a felszínre vörösagyag (2,5YR 4/8) és található a felszínen vörös színű (5YR 4/8), kézzel morzsolható átalakult andezit. Az útnál magasabban csak a jelenkori agyagbemosódásos erdőtalaj és köves-sziklás váztalaj, illetve az e talajok talajképző kőzetét jelentő szürke, üde megjelenésű bádeni középső piroxénandezit figyelhető meg (VARGA 1975). Az út szintje alatt a sötétbarna színű talaj lilás-vöröses árnyalata árulkodik az ott is meglévő vörösagyagról.



1. ábra. A vizsgált vörösagyag előfordulások földrajzi elhelyezkedése: 1. Mátraháza, Bérc Hotel; 2. Somor-patak völgye; 3. Markaz, Vár-völgy

Fig. 1 Location of the studied red clays: 1 Bérc Hotel, Mátraháza, 2 valley of Somor creek, 3 Vár valley, Markaz

A Somor-patak völgyében közvetlenül a Gyökeres-forrásnál, illetve a fölött, a patak jobb oldalán, 530–560 m tszf. magasságon található további vörösgyag előfordulás. Minden bizonnyal annak vízáró tulajdonsága miatt, a forrás közvetlenül a vörösgyag réteg fölött fakad. Ebben a feltárásban sajnos nem állapítható meg, hogy a vörösgyag alulról milyen képződménnyel érintkezik. A rajta lévő erdőtalajról azonban megállapítható, hogy nem a vörösgyagon képződött, hanem áthalmozott.

A Vár-völgy nyugati oldalán vörös oxiandeziten minden bizonnyal helyben maradt vörösgyagot találtunk kb. 450 m tszf. magasságon. A vörösésbarna (2,5YR 4/6) anyag a vörös átalakult kőzetdarabok között jelenik meg közel 1 m vastagságban. A réteg éles határral válik el a fölette lévő köves-sziklás vázталajtól, mely bádeni piroxéndezit agglomerátumon képződött (1. fénykép). Ez a feltárás az egyetlen, mely alapján arra következtethetünk, hogy a vörösgyag a miocén során aktív vulkanizmus közötti szünetben is képződhetett, s így egykori felszínt jelezhet.



1. fénykép. A Vár-völgyben található vörösgyag

1 Photo Red clay occurrence in the Vár valley

Módszerek

Az ásványos összetétel meghatározása röntgen pordiffrakcióval történt, Philips PW-1730 diffraktométerrel Cu-K α sugárzást alkalmazva 45kV gyorsítófeszültség és 35 mA áramerősség mellett, 0,05° 2 θ /mp szögsebességgel. Az agyagásványok meghatározásához az ülepítéssel leválasztott agyagfrakciót (<2 μ m) Mg-, K-, és Li-mal telített, etilén-glikolos és glicerines kezelés, valamint hevítés után nyert preparátumokról készített felvételek alapján vizsgáltuk.

A röntgenvizsgálatokat termoanalitikai mérésekkel egészítettük ki.

A minták fő- és nyomelem összetételének meghatározása Li-metaborátos feltárás után ICP AES technikával történt (RÉNYI 1983), hasonlóan a redukálható (Mehra-Jackson módszer) és az oxálsavas ammónium-oxalát által oldható (Tam módszer) Fe-tartalom meghatározásához (LOEPPERT & INSKEEP 1996).

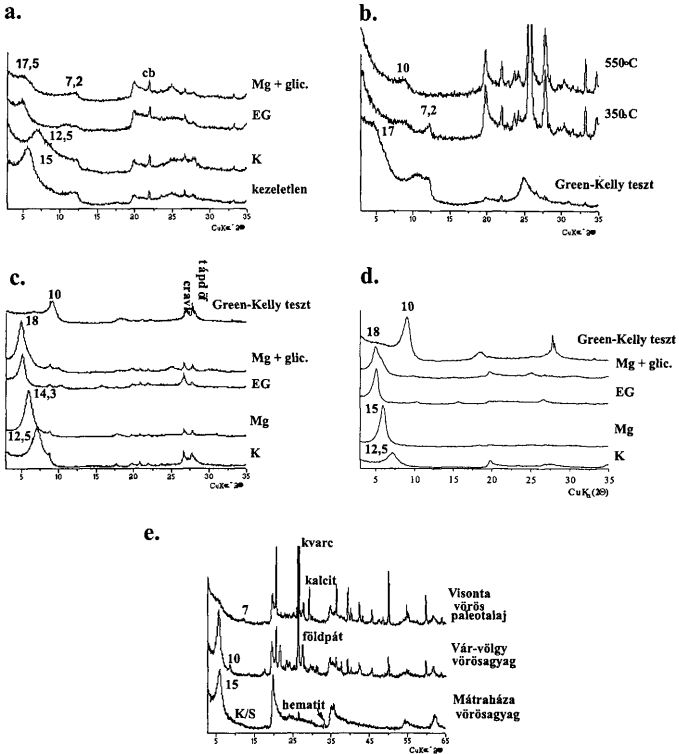
Az összeálló átalakult vörös andezitekből, valamint a környezetükben szálban előforduló, üde, szürke andezitből fénymikroszkópos petrográfiai vizsgálatok céljából vékonycsiszolatok készültek.

Eredmények és értékelésük

Ásványos összetétel, agyagásványok

A mátraházai minták közül mindegyikben a szmektit az uralkodó ásvány, melyen kívül jelentősebb mennyiségben (>10%) nem jelenik meg más ásványfázis, általános azonban a hematit jelenléte. A kis mennyiségben előforduló kaolinit/szmektit, illit/szmektit és kaolinit képviselik csupán a rétegszilikátok további típusait. További megjelenő fázisok a kvarc, a plagioklász és a krisztobalit. A 20–25° 2 θ körül néhány esetben megfigyelhető diffrakciós „púp” amorf SiO₂, opál jelenlétét sejteti. Ez utóbbit a fénymikroszkópos vizsgálatok is bizonyították. Az útbevágásból származó vörösagyag 2 mm alatti frakciójának röntgen-diffraktogramján (2. ábra a, b) a 15,4 Å-nél levő csúcs etilén-glikolos kezelés, valamint Mg-mal való telítés és glicerines kezelés után rendre 17,4 illetve 18 Å-re tolódott, szmektit jelenlétét bizonyítva. A glicerinnel kezelt minta felvételén a nagyobb szögek felé 14,4 Å-nél tapasztalható váll vermikulittól származhat. Káliummal történő telítés után a szmektit bázisreflexiója a kis rétegtöltésű szmektitekre jellemző 12,5 Å-nek adódott. Az 1,49–1,50 Å-ös d(060) érték alapján a szmektit dioktaédes szerkezetű. A Green-Kelly teszt alapján a szmektit beidellites jellegű. A DTA felvételen 550–600 °C körül megjelenő dehidroxilációs csúcs szintén beidellit jelenlétre utal. A 15 Å és 7,3 Å közötti diffúz reflexiórendszer kaolinit/szmektit kevert rácsú agyagásvány jelenlétét sugallta (RIGHI et al. 1999). Etilén-glikolos és glicerines kezelés hatására ez a diffúz reflexiórendszer eltűnt, csak egy kis csúcs maradt 7,2 Å-nél. Hasonló jelenség volt tapasztalható 350 °C-os hőkezelés után is, míg az 550 °C-os hevítés következtében a 7,2 Å-ös reflexió is eltűnt. Mindezek egyértelműen bizonyítják kaolinit/szmektit kevert szerkezetű agyagásvány és kevés tiszta kaolinit jelenlétét. Az etilén-glikollal kezelt minta felvételén a szmektit másodrendű reflexiójának d-értéke alapján (8,43 Å) a véletlenszerű közberétegzésű kaolinit/szmektit 15–20% kaolinitet tartalmazhat (REYNOLDS 1980).

THIRY et al. (1977) a Párizsi medence trópusi klímán kialakult kréta végi vörös paleotalajából szmektit → kaolinit/szmektit → kaolinit átalakulást említnek. Az átalakulás mechanizmusára irányuló későbbi vizsgálatok megállapították, hogy a kaolinit/szmektit beidellitből és beidellit/montmorillonitból képződött szilárd fázisú reakciók során (AMOURIC & OLIVES 1998). A mállás előrehaladásával a kaolinit mennyisége növekszik a kaolinit/szmektitben (PAI et al. 1999, RIGHI et al. 1999).



2. ábra. a, b: mátraházai, c: vár-völgyi, d: somor-patak-völgyi vörössagyag <math>< 2 \mu\text{m}</math> frakciójáról készült diffraktogramok, e: mátraházai, vár-völgyi vörössagyagok és a visontai vörös paleotalaj összehasonlítása teljes közet felvételek alapján

Fig. 2 X-ray diffraction patterns of the <math>< 2 \mu\text{m}</math> fraction of the red clay from Mátraháza (a, b) Vár valley (c) Somor creek (d) X-ray diffraction patterns of bulk samples of the red clays from Mátraháza, Vár valley and of the red palaeosol from Visonta (e)

A néhány centiméteres még összeálló, átalakult vörös andezit darabok ásványos összetételére szintén jellemző a nagy szmektit tartalom. Nagyobb mennyiségben fordul elő benne a plagioklász, melynek néhány milliméteres részben átalakult fehér fenokristály roncsai nemcsak fénymikroszkópban, hanem szabad szemmel is jól megfigyelhetők. A vékonycsiszolatok alapján fény derült arra, hogy ezek az átalakult kőzetdarabok megőrizték eredeti vulkáni szövetüket,

mely a lávakőzetekre jellemző folyási szerkezetet mutat, sok elsődleges 0,2–2 mm méretű buborékkal. A kőzet finomszemcsés alapanyaga azonban teljesen átalakult agyagásványokká és opállá, melyek gömbös, helyenként sugaras formában váltak ki elsősorban a kerekded üregek, buborékok szegélyén. A fenokristályok közül is csak néhány szitaszövetű plagioklász roncs, illetve egy félig ép klinopiroxén kristálydarab ismerhető fel, szintén a magma gyors felszínre jutását bizonyítva. Ez a kőzet feltehetőleg egy egykori lávpad átalakulásával jött létre. Összehasonlítva a közvetlen közelben szálban felszínre bukkanó üde andezittel, egyértelműen megállapítható, hogy a két kőzet nem ugyanaz. Az üde piroxénandezit sok hipersztént tartalmaz, szövete pilotaxitos és egyáltalán nem jellemző rá a buborékosság (BENEDEK K. és SZABÓ Cs. szóbeli közlése). A külön szeparált mállott földpát anyaga dioktaéderes szmektitnek és kaolinit/szmektitnek bizonyult. Andezitből preparált beidellitess összetételű szmektitet VARGÁNÉ (1966) is leírt a sár-hegyi kőfejtőből tufa és andezitláva érintkezésétől származó mintákban. Az agyagásvány keletkezését a tufára ráfolyt láva, tufából származó vízfelvételek hatásával magyarázza.

A vörösgyagokkal ellentétben ez a kőzet nem tartalmaz kvarcot. A vörösgyagban kis mennyiségben kimutatható kvarc valószínűleg nem helyben keletkezett, hanem egykor, vagy a jelenben, keveredett hozzá.

A Somor-patak völgyében fellelhető vörösgyagok ásványos összetételüket tekintve eltérnek a magasabb térszínnek előbbieken tárgyalt anyagaitól, amennyiben nem jelenik meg felvételükön az opálra jellemző amorf púp, nem tartalmaznak krisztobalitot és nem olyan egyértelmű bennük a kaolinit/szmektit jelenléte. Ezzel szemben néhányukban kimutatható az illit/szmektit kevert szerkezetű agyagásvány és mellette diszkrét illit is. Az uralkodó fázis azonban ez esetben is a kis rétegtöltésű szmektit. A rétegtöltés túlnyomó része oktaéderes (montmorillonit), kisebb része tetraéderes (beidellit) helyettesítésből ered, vagyis a mállási környezetekben gyakori beidellit/montmorillonit kevert rácsú szmektittel van dolgunk (LIM & JACKSON 1986).

A vár-völgyi vörösgyag az agyagásványok össz mennyisége tekintetében eltér az előbbiektől, amennyiben a szmektit mellett jelentős mennyiségben tartalmaz kvarcot, földpátot és 10 μ -ös rétegszilikátot, valamint kevés vermikulitot. Krisztobalit jelenléte nem zárható ki. A szmektit a dioktaéderes sorba tartozik, kis rétegtöltésű és montmorillonitos karakterű (2. ábra, c).

Kémiai vizsgálatok

A mátraházi vörösgyag, az ugyanonnan származó, összeálló, átalakult vörös andezit, illetve egy visontai vörös paleotalaj réteg kémiai összetétele az I. táblázatban olvasható.

A vörösgyag az átalakult andezithez képest Si-ban, Mg-ban gazdagodott, Al-ban és Fe-ban viszont némileg szegényedett. Összehasonlítva a vörösgyag és a visontai vörös paleotalaj kémiai összetételét, megállapítható, hogy a paleotalaj jelentősen nagyobb Ca-, nagyobb Si- és K-tartalommal bír. A Ca minden

I. táblázat. A vörösgyag, az átalakult andezit és a paleotalaj kémiai összetétele
 Table I Chemical composition of the red clay, the altered andesite and the palaeosol

minta	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	ZrO ₂
%									
Mátraháza átalakult andezit	52,86	28,86	8,89	2,15	1,30	0,42	0,25	1,017	0,016
Mátraháza vörösgyag	56,13	27,5	8,59	1,80	1,81	0,66	0,25	0,98	0,019
Visonta vörös paleotalaj	62,47	15,54	6,51	9,60	1,89	1,37	0,40	0,92	0,04

bizonytal a kalcit jelenléte miatt mutat kiugró értéket, a K pedig az illit és illit/szmektit, továbbá a kálföldpát hozzájárulásából adódik.

A szelektív oldási eredmények tájékoztatnak a vas formájáról (II. táblázat). Ennek alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy mintától függően, a vas 50–75%-a szilikátos kötésben (pl. szmektitben) található, míg a többi része szabad, kristályos vasoxid formájában jelenik meg. A Mátraházán és a Somor-patak völgyében található vörösgyagban a redukálható vas mennyisége a visontai vörös paleotalajban találhatóval összevethető. Az amorf vasoxid aránya pedig az összes mintában kicsi, ezen belül a mátraháza vörösgyagban kiugró értéket mutat. Itt mennyisége a többi mintában található kb. háromszorosa.

II. táblázat. A szelektív oldási vizsgálatok eredményei
 Table II Results of the selective dissolution analysis

minta	Fe _o	Fe _d	Fe _t	1. (Fe _t -Fe _d)/Fe _t	2. (Fe _d -Fe _o)/Fe _t
%					
visontai vörös paleotalaj	0,13	1,99	4,86	59,07	38,35
vörösgyag, Mátraháza	0,32	2,20	6,00	64,89	29,73
vörösgyag, Somor-patak	0,08	1,77	7,07	74,90	23,94
vörösgyag, Vár-völgy	0,08	1,27	4,66	72,64	25,62

Fe_o = ammónium oxaláttal kivonható vas Fe_d = redukálható vas
 1. szilikát ásványok kristályrácsában található vas/összes vas

Fe_t = összes vas
 2. kristályos vasoxid/összes vas

Következtetések

Az 1. ábra d diagramján a mátraháza vörösagyagok, illetve egy visontai vörös paleotalaj réteg teljes kőzetanyagáról készült diffraktogramok láthatók. A legjellegzetesebb ásványos összetételbeli különbség az, hogy a mátraháza vörösagyagban uralkodik a szmektit, mellette csak hematit, kevés földpát, kvarc és krisztobalit mutatható ki. Ezzel szemben a visontai paleotalajban a rétegszilikátoktól eltérő fázisok kerülnek előtérbe: a kvarc az

uralkodó fázis, melyhez az agyagásványokon kívül földpátok és kalcit társul. A visontai paleotalajhoz földrajzilag jóval közelebb található vár-völgyi vörösagyag az előbbi kettő közti ásványos összetételt mutat.

Az átalakulási folyamatok egyik talán leghívebb tükrözői a környezeti változásokra legérzékenyebb agyagásványok. Az agyagásványos összetételben mutatkozó legfinomabb eltérés is nagy jelentőséggel bírhat egy átalakulási folyamat rekonstruálásánál. A vörösagyagokban a kis rétegtöltésű beidellites és montmorillonitos karakterű szmektit dominál, míg a paleotalajok uralkodó agyagásványa az elsősorban beidellites jellegű, nagy rétegtöltésű szmektit (NÉMETH et al. 1999). Minden bizonnyal feltételezhető, hogy a kis rétegtöltésű szmektit a paleotalaj képződése során alakult át nagy rétegtöltésűvé. Hasonló folyamatot írtak le jelenkori Vertisol talajokra (talajtani bélyegek alapján a paleotalaj is ennek tekinthető), elsősorban beidellit esetében (RIGHI et al. 1995, 1998).

A vörösagyagok geomorfológiai, földrajzi helyzetére, a paleotalaj szelvényben meglévő áthalmozódási jelenségek meglétére, továbbá a terepi megfigyelésekre, valamint az ásványtani és kémiai vizsgálatokra támaszkodva is valószínűsíthető, hogy a mátrai vörösagyagok valamiképpen részt vettek a mátraaljai vörös paleotalajok képződésében, elsősorban azok lehetséges talajképző kőzeteként kell velük számolni. Figyelembe kell venni azonban azt, hogy az áthalmozódás során idegen anyag, pl. egyéb lejtőtörmelék, hulló por, lósz is hozzákeveredhetett az eredeti vörösagyaghoz. Lósz, vagy lösszerű üledékből származhat például az agyagásványok közül a visontai paleotalajok illitje és a kloritja (STEFANOVITS 1973). Emellett nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az egykoron lejátszódott talajképződési folyamatok jelentősen megváltoztathatták az eredeti anyag fizikai és kémiai jellemzőit.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki SZABÓ Csabának és BENEDEK Kálmánnak (ELTE Közetan-Geokémiai Tanszék) a fénymikroszkópos vizsgálatok során nyújtott segítségükért.

Irodalom - References

- AMOURIC, M. & OLIVES, J. 1998: Transformation mechanism and interstratification in conversion of smectite to kaolinite: an HRTEM study. – *Clays and Clay Minerals* 46/5, 521–527.
- BERÉNYI ÜVEGES, J., HORVÁTH, Z., MICHÉLI, E., MINDSZENTY, A. & NÉMETH, T. 2000: Reconstructing Quaternary pedogenesis in paleosol sequence in Hungary. – *V. International Symposium on Paleopedology, Szuzdal, July 10–16, 2000. Abstracts and field excursion guidebook*, 6–7.
- BERÉNYI ÜVEGES, J., NÉMETH, T., HORVÁTH, Z. & SIMON, B. 1999: Reconstruction of soil forming environments based on mineralogical analysis. – *2nd International conference of PhD students, Miskolc, August 8–14, 1999. Section Proceedings Natural Sciences*, 1–7.
- LIM, C. H. & JACKSON, M. L. 1986: Expandable phyllosilicate reactions with lithium on heating. – *Clays and Clay Minerals* 34/3, 346–353.
- LOEPPERT, R. H. & INSKIP, W. P. 1996: Iron – In: SPARKS, D. L. (ed.): *Methods of soil analysis part 3: chemical methods*, Soil Science Society Inc. Madison, Wisconsin, USA 645–650.

- NÉMETH, T., BERÉNYI ÜVEGES, J., MICHÉLI, E. & TÓTH, M. 1999: Clay minerals in paleosols at Visonta. – *Acta Mineralogica-Petrographica* **40**, 11–19.
- PAI, C-W, WANG, M-K., WANG, W-M. & HOUNG, K-H. 1999: Smectites in iron-rich calcareous soil and black soils of Taiwan. – *Clays and Clay Minerals* **47/4**, 389–398.
- REYNOLDS, R. C. 1980: Interstratified clay minerals. – In: BRINDLEY, G. W. & BROWN, G. (ed.): *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London, 1980.
- RÉNYI K. 1983: Kőzetanalitikai módszerek. – MÁFI, Budapest, 12–13.
- RIGHI, D., TERRIBILE, F. & PETTIT, S. 1995: Low-charge to high-charge beidellite conversion in a vertisol from South Italy. – *Clays and Clay Minerals* **43/4**, 495–503.
- RIGHI, D., TERRIBILE, F. & PETTIT, S. 1998: Pedogenic formation of high-charge beidellite in a Vertisol of Sardinia (Italy). – *Clays and Clay Minerals* **46/2**, 167–178.
- RIGHI, D., PETTIT, S. & TERRIBILE, F. 1999: Pedogenic formation of kaolinite-smectite mixed layers in a soil toposequence developed from basaltic parent material in Sardinia (Italy). – *Clays and Clay Minerals* **47/4**, 505–514.
- SZABÓ J. 1869: Heves és Szolnok megyék földtani leírása. – *Magyar orvosok és természetizsgálók munkálatai* **13**, 78 p.
- THIRY, M., CAVALIER, C. & TRAUTH, N. 1977: Les sédiments de l'éocène inférieur du bassin de Paris et leurs relations avec la paléoolération de la craie. – *Sci. Géol. Bull.* **30**, 113–128.
- STEFANOVITS, P. 1973: The influence of the Pleistocene slope deposit formation and mass movement on the soil cover. A pleisztocén lejtőüledékképződési és tömegmozgásos folyamatok hatása a talajtakaróra. – *Földrajzi Közlemények* **1973/2**, 145–151.
- VARGA Gy. 1975: A Mátra-hegység földtana. – *MÁFI Évkönyv* **57/1**, 575 p.
- VARGÁNÉ MÁTHÉ K. 1966: Beidellitesedés és biotitosodás tufára települt andezitben Mátrafüred környékén. – *MÁFI Évi Jelentés 1964-ről*, 423–432.