

## Az ásványok előfordulása a talajokban

SZENDREI GÉZA

Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár, Budapest

A hazai talajásványtan újabb eredményeinek számbavételénél hasznos lehet arról a háttérről is képet kapni, amit a világ talajásványtani szakirodalmá nyújt az ásványok előfordulásáról a talajokban. Erről a kérdésről jelentős ismeretanyag áll rendelkezésre. Az adott korlátozott terjedelemben azonban erről csak egy vázlatot lehet adni. A szakirodalomnak is csak egy töredékére lehet utalni, így esetenként csak a témával foglalkozó összefoglaló munkákra.

Az ásványok előfordulását a talajokban az ásványrendszertan /KOCH és SZTRÓKAY, 1967/ osztályainak sorrendjében tárgyalom. Az osztályokon belüli tovább-tagolás nem e rendszert követi, hanem általában kémiai összetétel szerinti csoportosítás.

Az ásványok eredetének tárgyalásakor a talajképző kőzetből öröklött ásványoknál az "elsődleges", a talajban képződötteknél a "másodlagos" elnevezést használom.

### *Terméselemek*

A terméselemek a kőzetekből kerülhetnek a talajokba, ahol a mállással szembeni ellenállóképességüktől függően maradhatnak fenn. Előfordulásukról azonban konkrét adatok nem ismertek.

### *Szulfidásványok*

A szulfidásványok közül a pirit a leggyakoribb a talajokban. Jelentős a szerepe a savanyú szulfát talajok képződésében, ahol a talajképző kőzet szulfid-, pirit-tartalmának oxidatív körülmények közé kerülése kénsav képződéséhez vezet. Ennek következtében a talaj erősen elsavanyodik. Az erősen savas közegben a talajban az alumínium, illetve a vas mobilizálódhat, ami alumínium- és vas-szulfátásványok képződéséhez vezet, míg meszes talajban kalcium-szulfát jön létre.

ARISZTOVSZKAJA /1980/ hangsúlyozza, hogy a talajokban a pirit képződésénél a biogén tényezők is jelentős szerepet játszhatnak.

A vas-szulfidok közül a talajoktól a pirit mellett a greigitet és a mackinawitot is kimutatták /PONS, 1973/.

Felismerték, hogy az anaerob talajokban több más fém /cink, higany, mangán, molibdén, réz/ szulfidja is stabil lehet /ENGLER és PATRICK, 1975/.

#### *Oxid-, oxihidroxid- és hidroxidásványok*

A SiO<sub>2</sub>-ásványok közül a talajokban a leggyakoribb a kvarc, amit az magyaráz, hogy a kvarc egyrészt a kőzetekben gyakori elegyrész, másrészt a mállásnak viszonylag ellenálló ásvány. A kvarc tehát elsődleges eredetű ásvány lehet a talajban. Képződése a talajokban azonban kérdéses. Feltételezték, hogy a kvarcot nem tartalmazó talajképző kőzeten kialakult talajból kimutatott kvarc csak másodlagos lehet. Ennek alapján állapították meg Hawaii talajokban a kvarc másodlagos eredetét /SHERMAN et al., 1964/. Később JACKSON és szerzőtársai /1971/ kimutatták, hogy a kvarctartalom a troposzférikus pornak a keveredésével jutott a talajba, tehát nem ott képződött.

WILDING és munkatársai /1977/ összegezése szerint földfelszíni viszonyok között a kvarc a kovasav-hidroxiélek öregedésével, az opál + kalcedon + kvarc, és az amorf kovasav + cristobalit + kvarc átalakulási folyamatok eredményeképpen keletkezhet.

Opált Amur-menti réti talajok 70-180 cm-es mélységéből KOVDA és munkatársai /1958/ határoztak meg.

A cristobalit Andosolokban fordul elő a Föld számos pontján Japántól Dél-Amerikáig /WILDING et al., 1977/.

Titán-oxidásványok. - Az anatóz, krookit, ilmenit, leukoxén és a rutil előfordulásáról a talajokban igen kevés adat van. Általában ezeket az ásványokat elsődlegesnek és a mállásnak viszonylag ellenállónak tekintik, amit az is alátámaszt, hogy a rendelkezésre álló kevés adat széles földrajzi elterjedésben és igen különböző genetikájú talajok sorában fordul elő /SZENDREI, 1985/, tehát előfordulását főként talajképző kőzet határozza meg.

Alumínium-oxid-, oxihidroxid- és hidroxidásványok. - A korundot a talajokban igen ritka ásványnak tekintik /JACKSON, 1976/.

Az alumínium-oxihidroxidok közül a böhmít, míg az alumínium-hidroxidok között a bayerit, a nordstrandit és a gibbsit előfordulása valószínűsíthető. Az utóbbi ásvány a leggyakoribb a felsorolt ásványok közül, uralkodó mennyiségű lehet a humid trópusok és szubtrópusok Oxisoljaiban, valamint az Andosolokban, de gyakori az Ultisolokban is /HSU, 1977/.

Vas-oxid, oxihidroxid- és hidroxidásványok. - A hematit eredhet a talajképző kőzetekből, de képződhet a talajokban is, így gyakori a mediterrán, szubtrópusi és trópusi talajokban /SCHWERTMANN et al., 1974/.

A maghemitet mágneses sajátságai alapján mutatták ki, főként szubtrópusi és trópusi talajoktól /SCHWERTMANN et al., 1974/.

A magnetitet általánosan elterjedt ásványnak tartják, amely eredetét tekintve mind elsődleges, mind pedig másodlagos /SCHWERTMANN, 1984/.

A ferrihidrit képződésénél a talajokban kiemelik a szerves és a biotikus tényezők szerepét /SCHWERTMANN és FISCHER, 1973/. Előfordulásáról kevés adat van, így pl. szovjetunióbeli gyepes podzol, közönséges csemozjom talajokban /CSUHROV et al., 1973, CHUKROV és GORSHKOV, 1981/.

A vasvegyületek kicsapódásánál a ferrihidráttal szemben a ferroxihit képződésénél egy viszonylag gyors, abiocén oxidáció szerepét hangsúlyozzák.

Előfordulásáról ugyancsak kevés adat van, azok is szovjetunióbeli gyepes podzol és réti talajokban /CSUHROV et al., 1976/.

A goethit - amely lehet úgy elsődleges, mint másodlagos eredetű - széles elterjedésű ásvány, mind a hideg, mind a mérsékelt éövi, valamint a mediterrán zóna talajaiban és gyakori a hidromorf talajokban /SCHWERTMANN et al., 1974/.

A lepidokrokkitot főként mérsékelt éövi, nem meszes, agyagos hidromorf talajokból határozták meg /SCHWERTMANN et al., 1974/.

Mangán-oxihidroxid- és -oxidásványok. - A talajokból ezek közül az ásványok közül a birneszitet, a hausmannitot, a hollanditot, a kriptomelánt, a litioforitot, a nsutitot, a piroluzitot és a todorokitot írták le /MCKENZIE, 1972, 1977, 1980; SZENDREI, 1985/.

Ezeknek az ásványoknak az előfordulásáról a talajokban aránylag kevés adat van, csak a birneszít és a kriptomelán gyakoribb.

A mangánoxid- és oxihidroxidásványok - eredetüket tekintve - lehetnek mind elsődlegesek, mind másodlagosak.

Egyéb oxidásványok. - A talajokból még kimutatták a baddeleyitot, a kassziteritot, a krizoberillt, a kromitot és a spinellt /ELLIS, 1980; HUTTON, 1977; ROTSCHE, 1973, 1974/.

### *Szilikátásványok*

A szicetszilikátok előfordulásáról a talajokban viszonylag kevés adat van. /SZENDREI, 1984/: az olivint és a cirkont mutatták ki. Ezeket az ásványokat a talajképző közeletről származónak tekintik. Fennmaradásuk és elterjedésük a talajokban nagyban függ a mállási folyamatokkal szembeni ellenállóképességtől, amely az említett ásványoknál szélsőségeket mutat /BREWER, 1964; JACKSON és SHERMAN, 1953; MITCHELL, 1975/.

A csoportszilikátok közül meghatározták a talajban a disztént, az epidotot, a gránátokat, a staurolitot, a titanitot, a topázt, a turmalint és a zoizitot. Ezeket az ásványokat is első sorban elsődlegesnek tekintik, míg mállékonyosságuk változó /SZENDREI, 1984/.

A láncszilikátok közül főként a piroxének fordulnak elő, amelyeket elsődlegesnek tartanak, a mállással szemben általában kevésbé ellenálló /SZENDREI, 1984/.

A szalagszilikátok közül a talajokban a leggyakoribb ásványok az amfibolok. Általában mállékony ásványok.

Az amfibolok a talajokban elsődleges eredetűnek tekinthetők, amire az is utal, hogy különböző genetikájú talajokból írták le a Föld különböző pontjairól /SZENDREI, 1984/.

A rétegszilikátok közül a pirofillit és a talk csak igen ritkán fordul elő a talajokban /ZELAZNY és CALHOUN, 1977/.

A csillámok a talajokban gyakori ásványok /FANNING és KERAMIDAS, 1977; GORBUNOV, 1978; VON REICHENBACH és RICH, 1975/.

Az agyagásványok előfordulásáról és elterjedéséről a talajokban jelentős ismeretanyag halmozódott fel. Ennek érintőleges tárgyalására sincs mód e szűk keretek között.

Közismert, hogy az agyagásványok mind előfordulnak a talajokban, így az illit, kaolinit, klorit, szmektit és vermikulit, valamint a paligorszkit és a szerpentin ásványok. Az is ismert, hogy a talajok kedvező közeget jelentenek a közberétegezett agyagásványok előfordulásának is.

A térhálós szilikátok közül a földpátok a földkéregben a legnagyobb mennyiségben előforduló ásványok, így várhatóan a talajokban is jelentős el-

terjedésük. Előfordulásukat a talajképző kőzet mellett a mállással szembeni ellenállóképességük szabja meg.

A plagioklász és kálicőldpátokat a talajokban számtalan esetben határozták meg.

A kálicőldpátokat a mállással szemben nagy általánosságban ellenállóbbnak tekintik, mint a plagioklászokat. A káliumtartalmú ásványok szerepéről a talajokban több összefoglaló munka készült /ARNOLD, 1960; VAN DIEST, 1980; GORBUNOV, 1978; JACKSON, 1976; VAN DER PLAS, 1966; RADOSLOVICH, 1975; RICH, 1968, 1972; SCHROEDER, 1980/.

A földpátok elterjedését a talajokban tehát a talajképző kőzet összetétele mellett a mállást befolyásoló tényezők határozzák meg, amelyeknek igen alapos tagolását SCHROEDER /1980/ adta meg.

A földpátpótlók, így a nefelin és a leucit viszonylag ritkák a talajokban, amihez nyilvánvalóan hozzájárul az is, hogy viszonylag mállékony ásványok.

A zeolitok a talajban aránylag ritka ásványok, amelyek közül eddig analcimit, erionitot, klinoptilolitot, kabazitot, mordenitet és phillipsitet határozták meg.

A zeolitok közül a kabazit a leggyakoribb, eredetüket tekintve lehetnek elsődlegesek és másodlagosak, ahol is az utóbbiak között az analcim a leggyakoribb /MING és DIXON, 1988; SZENDREI, 1984/.

#### *Foszfátásványok*

A talajokban a foszfátásványok közül az apatit, a strengit, a variscit, és a vivianit előfordulása közismert.

A fentieknél azonban jóval több fajta foszfátásványt mutattak ki, így a wavellit floridai vályogos finom homoktalajból /DYAL, 1953/, a kakoxént ferruginous trópusi talajokban /MOORE és SHEN, 1983/, a monacitot németországi barna erdő- és podzol talajokból /ROTSCHÉ, 1973, 1974/ és ausztráliai vörösbarna földkekből /CHITTLEBOROUGH és OADES, 1980/, valamint barnaföldkekből /QUERESHI, et al., 1978/, xenotimet ugyancsak barnaföldkekből /QUERESHI et al., 1978/.

A földfelszíni nyomáson és hőmérsékleten az alumínium-, kalcium-, vas-foszfát illetve kombinált rendszereikben különböző kémhatástartományokban az apatit, az augelit, a brushit, a crandallit, az evansit, a millisit, a monetit, a montgomeryit, a strengit, a taranakit, a variscit és a wavellit termodinamikai stabilitását állapították meg /LINDSAY és VLEK, 1977; NRIAGU, 1976/, így előfordulásukkal a talajokban is számolni lehet. Ha a nyomelem-foszfátokat is figyelembe vesszük, e felsorolás tovább gazdagíthat, például a következő ásványokkal: comellit, corkit, foszfillit, hinsdalit, hopeit, libetenit, nissonit, piromorfit, plumbozmit, pszeudomalachit, scholzit, spencerit, tagilit, tarbuttit, tsumebit, türkisiz, veszelyit.

A fentiekén túl ARVIEU /1969/ tárgyalja még a barrandit, a bobierit, a dufrenit, a minyulit, a newberyit, a struvit és a whitlockit előfordulásának lehetőségét.

A foszfátásványok a talajokban lehetnek elsődlegesek és, vagy másodlagosak /SZENDREI, 1986/.

#### *Szulfátásványok*

Alumínium- és vas-szulfátásványokat /alunit, coquimbit, jarosit, karfosziderit, pickeringit, rozenit, tamarugit/ savanyú szulfát talajokból írták le /VAN RPEEMEN, 1973/.

Az alkáliföldfém-szulfátok közül a baritot igen ritkán mutatták ki, így szovjetunióbeli közönséges csernozjom talajból /SZULTANBAJEV, 1979/, és az amerikai egyesült államokbeli Alfi- és Ultisolokból és perui Haplustult talajokból, az utóbbiakban másodlagosnak tekintik /STOOPS és ZAVAleta, 1978/.

A sarvestani Alföld /Irán/ Gypsorthid és Salorthid, valamint iraki gipszes talajokban képződött cölesztint ABTAHI és munkatársai /1980/ határozták meg.

Anhidritet is igen ritkán írták le a talajokból, így perui Salorthid talajból /STOOPS et al., 1978/.

A gipsz a leggyakoribb szulfátásvány, amelyet nagy földrajzi elterjedésben és igen különböző talajokban mutatták ki a savanyú szulfát talajoktól /VAN BREEMEN, 1973/ a szikes talajokig /FEOFAROVA 1950a, 1958b; CAREVSZKIJ et al., 1984/.

Magnézium-szulfátásványokat /epszomit, hexahidrit/ szikes talajokból és sókivirágzásoktól határozták meg, így a törökországi Konya-Alföldről /DRIESSEN és SCHOORL, 1973/ és az Amerikai Egyesült Államokból /TIMPSON et al., 1986/.

Alkáli és alkáliföldfém összetett szulfátásványokat, így a blöditet, eugsteritet, glaukeritet, konyaitot és a lövitet is szikes talajokból írták le széles földrajzi elterjedésben /VAN DOESEURG et al., 1982; ESWARAN és CARRERA, 1980; FEOFAROVA, 1950a, 1958b; TIMPSON et al., 1986; TURSZINA et al., 1980; VERGOUWEN, 1980/.

Alkálifém-szulfátásványokat /mirabilit, thenardit/ is szikes talajokban határozták meg a föld számos pontjáról /ESWARAN és CARRERA, 1980; DONER és LYNN, 1977; DRIESSEN és SCHOORL, 1973; STOOPS et al., 1978; TIMPSON et al., 1986; TURSZINA et al., 1980; VERGOUWEN, 1980/.

#### *Karbonátásványok*

A karbonátásványok közül a talajokban leggyakoribb a kalcit, amelynek előfordulásáról nagy földrajzi elterjedésében és a talajok széles spektrumában számtalan adat van. Eredetét tekintve lehet mind elsődleges, mind másodlagos.

Magnéziumban dúsuló oldatokból nagy magnéziumtartalmú kalcitok válnak ki /ST. ARNAUD, 1979; LAVADO, 1983/.

A kalcium-karbonátásványok közül még az aragonit fordul elő, viszonylag ritkán. Előfordulása rendszerint a magnéziumban gazdagabb közeghez kötődik. Így kimutatták svájci dolomit rendzinából /STICHER és BACH, 1971/, vagy szovjetunióbeli csernozjom talajokból /FEOFAROVA, 1950b/.

A karbonátásványok közül a talajokban a kalcit mellett a dolomit is elterjedt ásvány. A közettani ismeretek alapján a dolomitot a talajban sokáig csak elsődleges eredetűnek tekintették. Az utóbbi időben született újabb eredmények miatt megítélése a talajokban azonban már nem lehet ilyen kateorikus.

A magnézium-karbonátásványok /hidromagnezit, nesquehonit/ szélsőségesen nagy magnéziumtartalmú oldatokból válnak csak ki.

A többi karbonátásvány közül ankeritet határoztak meg szovjetunióbeli szikes talajokból /FEOFAROVA, 1958a/.

A szikes talajokban a nátrium-karbonátot kémiai módszerekkel mutatták ki. Valószínűsítik, hogy ásványtanilag ez a nahcolit, a szóda, a tróna és a temonátrit előfordulását jelenti. /KELLEY, illetve KOVDA cit: DONER és LYNN, 1977/.

### Halogenidásványok

A másodlagosnak tekintett halitot szikes talajokból mutattak ki viszonylag ritkán /DRIESSEN és SCHOORL, 1973; ABTAHI et al., 1980; TURSZINA et al., 1980/.

Hasonló módon a carnallitot is szikes talajokból határozták meg a sarvestani Alföldről /ABTAHI et al., 1980/.

A fluorit előfordulásáról a talajoktan csak nagyon kevés adat van, amikor is eredetét tekintve feltehetően elsődleges /CRAMPTON, 1961/.

### Irodalom

- ABTAHI, A. et al., 1980. Mineralogy of a soil sequence formed under the influence of saline and alkaline conditions in the Sarvestan Basin /Iran/. *Pedologie*. 30. /2/. 283-304.
- ARISZTOVSZKAJA, T. V., 1980. Mikrobiologija processzov pocsvobrazovanija. Nauka. Leningradskoe otdelenije. Leningrad.
- ARNOLD, P. W., 1960. Nature and mode of weathering of soil-potassium reserves. *J. Sci. Fd. Agric.* 11. 285-292.
- ARVIEU, J. C., 1969. Les mineraux phosphates du sol. *Bull. Ass. Franc. Ét. Sol.* /4/ 5-16.
- BREEMEN, N. VAN., 1973. Soil forming processes in acid sulphate soil. In: *Acid sulphate soils* /Ed.: DOST, H./ 66-129. IILRI, Wageningen.
- BREWER, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley and Sons, Inc., New York-London-Sydney.
- CAREVSZKIJ, V. V. et al., 1984. Gipszovúe novoobrazovanija v pocsvah szoloncovúh komplekszov Turgaja. *Pocsvovedenije*. /10/ 97-107.
- CHITILEBOROUGH, D. J. and OADES, J. M., 1980. The development of a red-brown earth. II. Uniformity of the parent material. *Aust. J. Soil Res.* 18. 375-382.
- CRAMPTON, C. E., 1961. An interpretation of the micro mineralogy of certain Glamorgan soils: the influence of ice and wind. *J. Soil Sci.* 12. 158-171.
- CSUKROV, F. V. et al., 1973. O ferrigidrite. *Izv. Akad. Nauk. SzSzsZR. Szer. Geol.* /4/ 23-33.
- CSUHROV, F. V. et al., 1976. Ferokszigit-novaja modifikacija FeOOH. *Izv. Akad. Nauk. SzSzsZR. Szer. Geol.* /5/ 5-24.
- CHUKROV, F. V. and GORSHKOV, A.I., 1981. Iron and manganese oxide minerals in soils. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Sciences.* 72. 195-200.
- DIEST, A. VAN, 1980. Factors affecting the variability of potassium in soils. In: *Potassium in the soil/plant root system*. International Potash Institute /IPI/. Research Topics. No. 5. Extracted from Proc. 11th Congr. IPI 1978. 37-59. IPI, Bern.
- DOESBURG, J.D. VAN; VERGOUWEN, L. and PLAS, L. VAN DER, 1982. Konyaité  $\text{Na}_2\text{Mg}/\text{SO}_4/2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , a new mineral from the Great Konya Basin, Turkey. *Am Miner.* 67. 1035-1038.
- DONER, H. E. and LYNN, W. C., 1977. Carbonate, halide, sulphate and sulphide minerals. In: *Minerals in soil environments*. /Eds.: DIXON, J. B. and /WEED, S. B./ 75-98. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., Madison.
- DRIESSEN, P. M. and SCHOORL, R., 1973. Mineralogy and morphology of salt efflorescence on saline soils in the Great Konya Basin, Turkey. *J. Soil Sci.* 24. 436-442.
- DYAL, R. S., 1953. Mica leptyls and wavellite content of clay fraction from Gainesville loamy fine sand of Florida. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 17. 55-58.

- ELLIS, S., 1980. An investigation of weathering in some arctic-alpine soils on the Northeast flank of Oksskolten, North Norway. *J. Soil Sci.* 31. 371-385.
- ENGLER, R. M. and PATRICK, W. H., 1975. Stability of sulphides of manganese, iron, zinc, copper and mercury in flooded and non-flooded soil. *Soil Sci.* 119. 217-221.
- ESWARAN, H. and CARRERA, M., 1980. Mineralogical zonation in salt crust. In: *Proc. Int. Symp. on Salt Affected Soils.* 1. 20-30. Karnal. National Printers. New-Delhi.
- FANNING, D. S. and KERAMIDAS, V. Z., 1977. Micas. In: *Minerals in soil environments* /Eds.: DIXON, J.B. and WEED, S.B./ 195-258. *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.*
- FEOFAROVA, I. I., 1950a. Pszevdomorfozú kalcita po gipszy v pocsvah. *Trudü pocsv. Inszt. Dokucsaeva.* 34. 202-206.
- FEOFAROVA, I. I., 1950b. Aragonit v pocsvah. *Trudü pocsv. Inszt. Dokucsaeva.* 34. 207-209.
- FEOFAROVA, I. I., 1958a. Opredelenie karbonatov v zasolennüh pocsvah mikroszkopicseszkim metodom. *Trudü pocsv. Inszt. Dokucsaeva.* 53. 75-88.
- FEOFAROVA, I. I., 1958b. Szulfatü v zasolennüh pocsvah. *Trudü pocsv. Inszt. Dokucsaeva.* 53. 89-103.
- GORBUNOV, N. I., 1978. Mineralogija i fizicseszskaja himija pocsv. *Izd. Nauka. Moskva.*
- HSU, P. H., 1977. Aluminium hydroxides and oxyhydroxides. In: *Minerals in soil environments.* /Eds.: DIXON, B. A. and WEED, S. B./ 99-143. *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.*
- HUTTON, J. T., 1977. Titanium and zirconium minerals. In: *Minerals in soil environments.* /Eds.: DIXON, J. B. and WEED, S. B./ 673-688. *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.*
- JACKSON, M. L., 1976. Chemical composition of soils. In: *Chemistry of the soil.* /Ed.: BEAR, F. E./ 71-141. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi-Bombay-Calcutta.
- JACKSON, M. L. and SHERMAN, G. D., 1953. Chemical weathering of minerals in soils. *Advanc. Agron.* 5. 219-318.
- JACKSON, M. L. et al., 1971. Geomorphological relationships of tropospheric-ally derived quartz in the soils of the Hawaiian Islands. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35. 515-525.
- KOCH S., SZTRÓKAY K. és GRASSELLY GY., 1967. Ásványtan. I-II. Tankönyvkiadó, Budapest.
- KOVDA, V. A., ZIMOVEC, B. A., i AMCSISZLAVSZKAJA, A. G., 1958. O gidrogennoj akumulacii szoedinennij kremnezema i polutomüh okiszloj v pocsvah Piamur'ja. *Pocsvovedenie.* /5/. 1-11.
- LAVADO, K.S., 1983. Occurrence of magnesium-bearing calcites in Pampean soils, Argentina. *Geoderma.* 29. 59-66.
- LINDSAY, W. L. and VLEK, P. L. G., 1977. Phosphate minerals. In: *Minerals in soil environments.* /Eds.: DIXON, J. B. and WEED, S. B./ 639-672. *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.*
- MCKENZIE, R. M. 1972. The manganese oxides in soils - a review. *Z. Pfl. Ernähr. Düng.* 131. 221-242.
- MCKENZIE, R. M. 1977. Manganese oxides and hydroxides. In: *Minerals in soil environments.* /Eds.: DIXON, J. B. and WEED, S. B./ 181-193. *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.*
- MCKENZIE, R. M., 1980. The manganese oxides in soils. In: *Geology and geochemistry of manganese.* 1. *Mineralogy, geochemistry, methods.* /Eds.: VARENTSOV, I. M. and GRASSELLY, GY./ 259-269. *Akadémiai Kiadó. Budapest.*
- MING, D. W. and DIXON, J. B., 1988. Occurrence and weathering of zeolites in soil environments. In: *Soil components.* /Ed.: GIESEKING, J. E./ 2. 449-481. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.

- MITCHELL, W. A., 1975. Heavy minerals. In: Soil components. /Ed.: GIESEKING, J. E./ 2. 449-481. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- MOORE, P. S. and SHEN, J., 1983. An X-ray structural study of cacoxenite, a mineral phosphate. Nature. 306. 356-358.
- NRITAGU, J. O., 1976. Phosphate - clay mineral relations in soils and sediments. Can. J. Earth Sci. 13. 717-736.
- PIAS, L. VAN DER., 1966. The identification of detrital feldspars. Elsevier Amsterdam-London-New York.
- PONS, L. J., 1973. Outline of the genesis, characteristics, classification and improvement of acid sulphate soils. In: Acid sulphate soils. /Ed.: DOST, H./ 3-27. IILRI. Wageningen.
- QURESHI, R. H., JENKINS, D. A. and DAVIES, R. I., 1978. Electron probe microanalytical studies of phosphorus distribution with soil fabric. Soil Sci. Soc. Am. J. 42. 698-703.
- RADOSLOVICH, E. W., 1975. Feldspar minerals. In: Soil components. /Ed.: GIESEKING, J.E./ 2. 443-448. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- REICHENBACH, H. VON, and RICH, C. I., 1975. Fine-grained micas in soils. In: Soil Components. /Ed.: GIESEKING, J. E./ 2. 59-95. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- RICH, C. I., 1968. Mineralogy of soil potassium. In: The role of potassium in agriculture. /Eds.: KLIHLER, V. J., YOUNIS, S.E. and BRANDY, h. C. 79-108. Amer. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Amer., Soil Sci. Soc. Amer., Madison.
- RICH, C. I., 1972. Potassium in soil minerals. 9th Intern. Coll. 15-31. International Potash Institute, Bern.
- ROISCHE, J., 1973. Die Schwermineralzusammensetzung periglazialer Leckschichten des Thüringer Buntsandsteingebietes in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial. Chemie d. Erde. 32. 259-269.
- ROTSCHKE, J., 1974. Die Leichtmineralzusammensetzung von Eöden und quartären Deckenschichten auf Buntsandstein in Ostthüringen. Arch. Acker- und Pflanzenbau u. Bodenk. 18. 101-110.
- SCHROEDER, D., 1980. Structure and weathering of potassium containing minerals. In International Potash Institute. /IPI/. Research Topics No. 5: Potassium in the soil /plant root system. Extracted from the Proc. 11th Congr. IPI, 1978. 43-108. IPI, Bern.
- SCHWERIMANN, U., 1984. The effect of pedogenic environments on iron oxide minerals. In: Advances in soil science. /Ed.: STEWART, B. A./ 171-200. Springer Verlag, New York-Berlin-Heidelberg-Tokyo.
- SCHWERIMANN, U. and FISCHER, W. R., 1973. Natural "amorphous" ferric hydroxide. Geoderma. 10. 237-247.
- SCHWERIMANN, U., FISCHER, W. R. and TAYLOR, R. M., 1974. New aspects of iron oxide formation in soils. Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci. Moscow, 6. 237-249.
- SHERMAN, G. D. et al., 1964. The role of the amorphous fraction in the properties of tropical soils. Agrochimica. 8. 146-163.
- ST. ARNAUD, R. J., 1979. Nature and distribution of secondary soil carbonates within landscapes in relation to soluble  $Mg^{++}/Ca^{++}$  ratios. Can. J. Soil Sci. 59. 87-98.
- STICHER, H. und BACH, R., 1971. Aragonit-konkretionen in dolomit-rendzinen. Geoderma. 6. 61-67.
- STOOPS, G.J. and ZAVALETA, A. 1978. Micromorphological evidence of barite neof ormation. Geoderma 20. 63-70.
- STOOPS, G., ESWARAN, H. and ABTAHI, A., 1978. Scanning electron microscopy of authigenic sulphate minerals in soils. In: Soil micromorphology. /Ed.: Delgado, M./ 2. 1093-1113. Moreno, Granada.



- SZENDREI G., 1984. Elsődleges szilikátásványok a talajokban. Agrokémia és Talajtan. 33. 545-562.
- SZENDREI G., 1985. Oxidásványok a talajokban. Agrokémia és Talajtan. 34. 457-474.
- SZENDREI G., 1986. Foszfátásványok a talajokban. Agrokémia és Talajtan 35. 117-128.
- SZULTANBAJEV, E. A., 1979. Mineralogicseszkij szosztav obükrövernüh csernczenov Szervernogo Kazahsztana. Pocsvovedenie. 6. 123-135.
- TIMPSON, M. E. et al., 1986. Evaporite mineralogy associated with saline seeps in Southwestern North Dakota. Soil Sci. Soc. Am. J. 50. 490-493.
- TURSZINA, T. V., JAMNOVA, I. A. i SOBA, Sz. A., 1980. Opiit szopjazsenogo noetapnogo morformineralogicseszkogo i himicseszkogo izucseniija szosztava is organizacii zaszolennüh rocsv. Pocsvovedenie, 2. 30-43.
- VERGOUWEN, L., 1980. Scanning electron microscopy applied on saline soils from the Konya Basin in Turkey and from Kenya. In: Submicroscopy of soils and weathered rocks. 1st Workshop Intern. Working Group on Submicroscopy of Undisturbed Soil Materials /IWGSUSM/. /Ed.: BIRDON, E. B. A./ 237-248. Pudoc. Wageningen.
- WILDING, L. P., SMECK, N. E. and DRESS, L. R., 1977. Silica in soils: quartz, cristokalite, trydimite and opal. In: Minerals in soil environments. /Eds.: DIXON, J.B. and WEED, S.B./ 471-552. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.
- ZELAZNY, W. L. and CALHOUN, F. C., 1977. Palygorskite /attapulcite/, sepiolote, talc, pyrophyllite and zeolites. In: Minerals in soil environments. /Eds.: DIXON, J. B. and WEED, S. B./ 435-470. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.

*Érkezett: 1990. december 12.*

