

Szikes talajok ásványi összetétele és recens ásványképződés Apajpusztán és Zabszék térségében

¹ KUTI LÁSZLÓ, ² TÓTH TIBOR, ¹ KALMÁR JÁNOS és
¹ KOVÁCS-PÁLFFY PÉTER

¹ Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest és
² MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

A szikes területek komplex tanulmányozása során a közelmúltban megvizsgáltuk két duna-völgyi szikes kísérleti terület talajainak földtani helyzetét, üledékföldtani–ásványtani sajátosságait, az ásványtan és a szikesedés közötti összefüggéseket, valamint az új ásványok keletkezésének módját.

Anyag és módszer

A vizsgált területek helyzete, morfológiai sajátosságai

A két kísérleti terület az alföldi Duna-völgy középső részén, a Dunavölgyi-főcsatornától nyugatra fekszik. Az apajpusztai kísérleti területet a Kiskunlac-háza–Kunszentmiklós műút bal oldalán jelöltük ki, Kunszentmiklóstól 5 km-re északra, az Átok-csatornától 1,5 km-re nyugatra. A zabszéki kísérleti terület Szabadszállástól 2 km-re nyugatra, a Zabszék ÉNy-i partján fekszik.

A négyzet alakú, 10×10 m kiterjedésű kísérleti területeken talajtani, vízföldtani és botanikai megfigyeléseket, elektromos vezetőképesség (EC_a) méréseket végeztünk. A közvetlenül a talajszint alatti képződményeket sekélyfúrásokkal tártuk fel. Jelen közleményünkben a 2001 márciusában mélyült két, egyenként 1–1 m mélységű fúrás mintaanyagát dolgoztuk fel.

A kísérleti területeinket magába foglaló Duna-völgy síkságot erek, csatornák, hajdani és jelenlegi tómedencék tagolják, de az így kialakult szintkülönbségek nem nagyobbak 1,5–2,0 m-nél. A síkság középső, mélyebb része és a Duna parti szakasza között is hasonló a szintkülönbség.

A XIX. században megkezdett lecsapolási munkálatok eredményeként létrejött csatornarendszer nagyjából a már létező ereket, mélyebb részterületeket köti össze.

A szikes területek általában ÉD-i irányú sávokban jelennek meg az ártéri síkság középső, legmélyebb részén. Az itteni szikesek jellegzetes mikromorfológiai elemei az 5–30 cm magas „szikes padkák”.

A kísérleti területek földtani szerkezete

A Duna-völgy fiatal, negyedkori felszíni–felszín közeli képződményeit az a pannóniai agyagra, helyenként homokra települt dunai eredetű folyóvízi üledék-együttes adja, mely legalább a pleisztocén közepe óta rakódik le kisebb-nagyobb megszakításokkal e területen. A Duna-völgy É-i részén a 6–25 m mélységben található pannóniai aljzatra előbb helyenként görgeteget is tartalmazó durva kavics, majd fokozatosan finomodva aprókavics, homokos kavics, ill. kavicsos homok települt. Ezt a durva üledéket még úgyszintén a pleisztocénben keletkezett jelentős vastagságú folyóvízi homokösszlet borítja (KUTI, 1986, 1989). Ez az üledékegyüttes a történelem előtti időszak Dunájának meder-fáciesét képezi.

A nagy vastagságú homokréteg teteje még a pleisztocén során jelentősen lepusztult. Az uralkodó ÉNy-i szél innen fújta ki a Duna–Tisza közti hátság futóhomok-buckáinak anyagát. Helyenként, ahol a szél valamilyen okból nem tudta elszállítani a homokot, jellegzetes homokbuckák alakultak ki, melyek felszínén, felszíni üledékein, üledékszemszerein látszik a szél hatása, de a buckákat harántoló fűrészek mintanyaga egyértelműen igazolja a folyóvízi eredetet.

A pleisztocén legfiatalabb időszakában leerodált homokfelszín a holocénben (gyakorlatilag egészen a szabályozásig) rendszeresen előntötte a Duna, s ártéri üledékekkel, agyaggal, kőzetlisztes agyaggal borította be. A Duna egykori, és a szabályozás során keletkezett holtágaiban, valamint a Duna-völgy középső vonalában kialakult tavakban tavi üledékképződés indult meg.

Az ártéri síkság fedőrétegét alkotó sárgás vagy szürke kőzetlisztes–agyagos üledékek vastagsága változó, néhány dm-től néhány m-ig. Az utóbbiak valószínű, hogy mélyebb mederszakaszok, fattyúágak kitöltése folyamán jöttek létre. Ebben az üledéksorban csak ritkán jelennek meg finom-aprószemű homokos betelepülések, lencsék, időszakosan reaktivált oldalágak medrében. Ebből kifolyólag az ártéri üledékek rétegzett szerkezetűek és képződésük, folyamatos vastagodásuk csak a XIX. század közepén ért véget, amikor a Duna medrét gátak közé szorították (SCHERF, 1929). A réteges szerkezet annak tulajdonítható, hogy az áradások különböző szinteket értek el, ugyanakkor különböző mennyiségű szilárd anyagot hoztak magukkal és különböző ideig kulmináltak, ill. vonultak vissza a mederbe.

Vízföldtan

Mindkét kísérleti terület esetében a talajvíz szintje a felszín közelében van. Apajpusztán az észlelés időpontjában 1 m, Zabszék területén 0,8 m körül volt,

az utóbbinál azzal a megjegyzéssel, hogy a területet esetenként – hosszabb-rövidebb időn át – víz borítja, a Zabszék (szikes-tó) vize.

A talajvizet a szelvények alsó részében is megjelenő (pleisztocén korú) homokréteg tartalmazza.

A talajvíz jellege mindkét kísérleti területen nátrium-hidrogénkarbonátos.

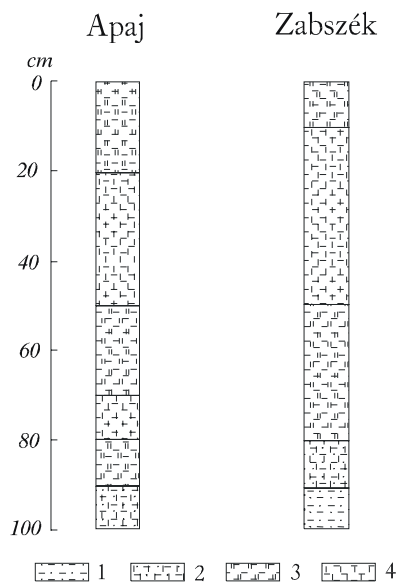
Eredmények

A talajszelvények szedimentológiai vizsgálatának eredményei

Az apajpusztai kísérleti terület pedológiai szempontból a szolonyec, a zabszéki a szoloncsák genetikai talajtípusba tartozik. Mindkét kísérleti terület fúrásaiban hasonló szelvényt harántoltunk, amelyek rétegsora az 1. ábrán látható.

A savas oldással kimutatható karbonáttartalom a következő értékek között változik: Apajpuszta – könnyen oldható karbonát 12–43 %, nehezen oldható karbonát 3–10 %; Zabszék – könnyen oldható karbonát 6–33 %; nehezen oldható karbonát 7–13 %. Ezek után a vizsgált üledékek RUCHIN (1985) felosztása szerint mindkét területen márgás jellegűek

A talaj pH-értéke 9 fölött van, a minták ezek szerint erősen lúgosak.



1. ábra

Az apajpusztai és a zabszéki talajtani fúrások oszlopszelvényei: 1. agyagos homok; 2. agyagos-kőzetlisztes homok; 3. agyagos kőzetliszt; 4. kőzetlisztes agyag

A vizsgált talajszelvények ásványi összetétele

A két szelvényt 10 cm-enként mintáztuk meg. A mintákon a fenti vizsgálatokon kívül elvégeztük a mintaanyag komplex ásványtani vizsgálatát mikroszkópos, röntgendiffrakciós és termikus módszerekkel.

A homokfrakció összetétele

A homokvizsgálatot a 0,1–0,2 mm közötti, valamint a 0,2 mm feletti szemcsefrakción végeztük (1. táblázat). A szemcsék ásványi összetételén és morfológiáján kívül megfigyeltük a szemcséken észlelhető kioldásokat, bekérgező-déseket, esetleges elváltozásokat.

Mindkét frakció kőzetalkotó és járulékos ásványokat, közettörmelékeket, szerves eredetű törmelékét és másodlagos ásványokat tartalmaz.

Megjegyzendő, hogy a két szelvény között az ásványi összetétel szintjén lényeges különbséget nem találtunk.

Kőzetalkotó ásványok. – *A kvarc* – a két felszíni minta 0,2 mm feletti frakciója kivételével – a homokfrakció messzemenően domináns komponense, részaránya meghaladja a 90 %-ot. A kvarcsemmcséken belül viszont számos alakú és színbeli különbség észlelhető.

A víztiszta, színtelen, átlátszó kvarcsemmcsék alakja szegletes, nem egyszer szilánkos, kagylós törésű, többé-kevésbé lekoptatott éllel, csúcsokkal. Zabszéken gyakran, Apajpusztán ritkábban, a szemcsékben 0,05 mm alatti, cseppszerű vagy idiomorf, zsinórokban, fészkekben vagy dendritekben elhelyezkedő opak zárványok találhatók. Apajpusztán gyakoriak a hasonló nagyságrendű buborékok. Mindkét területen megjelennek a 0,1 mm-nél kisebb biotit-lemezek, a kvarcra tapadva vagy bennfoglalva. A homokos üledékben gyakrabban, az agyagos-kőzetlisztes üledékek homokfrakciójában ritkábban a víztiszta kvarcon barnászörös limonitkéreg foszlányok láthatók. Mindkét szelvényben a 0,1–0,2 mm-es frakcióban a víztiszta kvarc a frakció kb. 50 %-át képezi, a > 0,2 mm-es frakcióban jóval kevesebbet. Ezek a kvarcsemmcsék savanyú vulkáni kőzetből, valószínűleg bontott (esetenként limonitosodott) riolitból, riolituffából vagy dácituffából származnak és rövid, folyóvízi szállítást követően kerültek az üledékbe.

A tejfehér, sárga, rózsaszínű és sötétszürke, esetenként áttetsző, kvarcsemmcsék alakja poliédes, tojásdad vagy ellipszises; a poliéder élei, sarkai jelentősen le vannak gömbölyítve. A szemcsék felülete sima, nagyrészt matt, esetenként beforradt repedésekkel. A ritkán látható csillámlapok, kloritpikkelyek a kvarcba ékelődnek. Részarányuk nagyon változó, főleg a > 0,2 mm-es frakcióban képeznek jól legömbölyített, 0,3–0,6 mm-es szemcséket. Ezek a kvarcsemmcsék metamorf vagy mélymagmás kőzetekből származnak, és hosszú folyóvízi szállítást követően kerültek az üledékbe, esetenként eolikus epizódokkal.

A földpátszemcsék kis mennyiségben jelennek meg, részarányuk nem haladja meg az 5 %-ot, három zabszéki minta kivételével, ahol főleg a sárgás, zsíros fényű, enyhén bontott plagioklász gyakoribb (ez a röntgendiagramokon is megjelenik). Minden mintában jelen van, változó gyakorisággal a hússzínű vagy rózsaszín, üde káliföldpát, főleg a > 0,2 mm-es frakcióban. A földpát négyszögletes vagy szabálytalan poliéderez; esetenként gömbölyded, csiszolt felületű szemcséket képez, éleik-sarkaik jól lekoptatva; kevés a hasadt, szegletes alakzat. A földpát nagy része is hosszú folyóvízi vagy kombinált szállítást szenvedett, mielőtt az üledékekbe került volna.

A biotit, habár mennyiségileg nem jelentős, egyike az apajpusztai és zabszéki üledékek jellegzetes komponensének. Egész, hatszögletű táblácskákban vagy azok töredékeiben, hajlított-gyűrt lemezkötegekben jelenik meg, rendszerint kevésbé koptatott élekkel. A biotit üde, vörösesbarna, az áttetsző lapok zárványmentesek. Esetenként találtunk hengeres vagy korongszerű, részben kloritos lemezsomagokat. Míg az előbb leírt, idiomorf biotit vulkáni kőzetekből (riolitból, dácitból, andezitből) származik, az utóbbi valószínű, hogy metamorf eredetű, de tekintettel az ásvány kis keménységére, nem valószínű, hogy nagyobb távolságú szállításon ment volna keresztül.

Kis mennyiségben megjelenik a muszkovit is, foszlott szélű lapocskákban.

A klorit szórványosan jelentkezik, mint üde, szélein jelentősen lekoptatott, kerekded lapocskák, vagy sötétzöld gyűrt pikkelyek halmaza.

Járulékos ásványok. – Elkülöníthetők a vulkáni kőzetekből, relatíve közeli területekről származó szemcsék (a cirkon, a rutil, az apatit és a titanit egy része, az idiomorf magnetit, a hornblende, a klinopiroxén) és a mezo- vagy epimeta-morf kőzetekre jellemző ásványok, amelyek valószínűleg a Felvidék metamorf övezeteiből jutottak a Duna hordalékába.

Kőzettörmelékek. – A homokfrakcióban, kis részarányban, de állandó jelleggel jelen lévő kőzettörmelék csak az apajpusztai szelvény legalsó, homokos üledékének > 0,2 mm-es frakciójában található nagyobb részarányban.

A kőzettörmelékek között azonosítottunk üledékes (karbonátos, kovás és törmelékes), metamorf és eruptív kőzetek szemcséit.

Karbonátos kőzetek: köztük a leggyakoribbak a kioldásos üregeket, karbonátos bekérgeződést tartalmazó, gyakran limonitos, gyengén koptatott dolomit-szemcsék; utánuk következik a finomszemcsés-mikropátitos, porcelánszövetű, rózsaszínű vagy sárgás, igen jól koptatott, gömbölyű és sima mészkő.

Kovás kőzetek: néhány jól legömbölyített liddit és kovaszemcse.

Törmelékes kőzetek: néhány vörös és egy szürke, aleuritos agyagkő, palás szerkezettel.

Metamorf kőzetek: szericites, szericites-kloritos és kloritos pala, fillit, kloritos és grafitos kvarcittörmelék, közepesen vagy jól lekoptatva, esetenként

limonitos kéregmaradványokkal; kétcsillámos csillámpala, kloritosodott csillámpala, kétcsillámos, kloritosodott csillámkvarcit.

Eruptív kőzetek: bontott intermedier (porfíros) vagy bázikus kőzet, bontott (esetenként limonitosodott) biotitos riolit, illetve riolittufa. Ez utóbbi kettő igen gyakori az apajpusztai szelvényben.

Szerves eredetű törmelék. – A növény- (szár-, levél-, gyökér-) töredékeken kívül mindkét szelvény és mindkét szemcsefrakció jellegzetessége a jól koptatott, korróziós nyomokat viselő, porcelánszerű vagy rostos szerkezetű csigahéjtörmelék, amely a homokfrakció 10 %-át is eléri. Tudvalevő, hogy az amúgy robusztus, kis méretű csigákat nem a folyóvíz ereje tördeli szét a szállítás során, hanem a folyó partján élő és a bentoszból táplálkozó állatok fogai, csőrei között esnek darabokra. Ezzel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy a csigahéjtöredékeken látható korróziós rajzolat folytatódik a törésfelületeken is, ami azt jelenti, hogy a kioldás nem szállítás közben, hanem az üledékben, helyben ment végbe.

Másodlagos (pedogenetikus) ásványok. – *Mészkonkréciók, mészkiválás* a szelvények majdnem minden mintájában jelen vannak, de gyakoriságuk a szelvény egy bizonyos részén nagyobb, mint másutt. Ez a (valószínűleg jelenleg is aktív) akkumulációs szint Apajpusztán 30–60 cm, a zabszéki területen 70–80 cm között található.

Mindkét homokfrakcióban a karbonát gömbölyded, szivacsos, fehér vagy piszkosfehér–sárgás, karfiol-szerű szemcséket képez. Sok esetben a kicsapódott karbonáton is korróziós barázdák, kioldási üregek jelennek meg. A csigahéjakra, dolomitszemcsékre, mészkőre, ritkábban kristályos palákra lerakódott karbonátkéreg színe fehér vagy piszkos sárga, szerkezete szivacsos, vastagsága eléri a 0,1 mm-t.

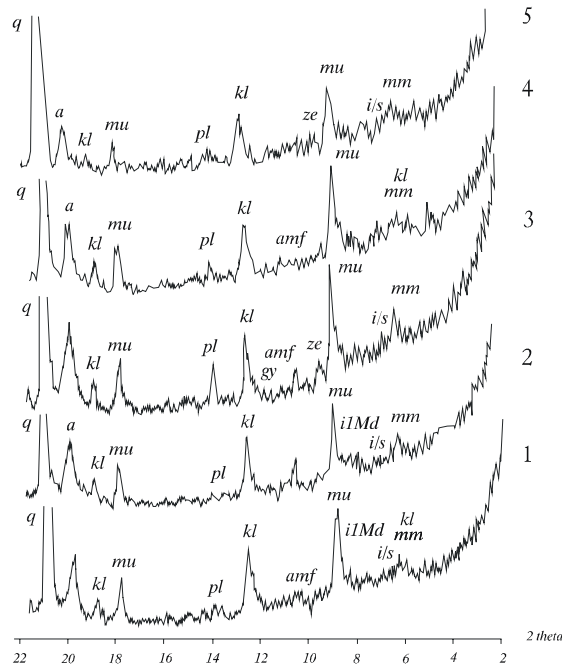
A minták fázisanalitikai vizsgálatának eredményei

A talajminták röntgendiffrakciós és termikus vizsgálata a kristályos és részben a röntgenamorf komponensek meghatározásán és részarányán túl (2. táblázat) az ásványi komponensek szerkezetére és talajtani funkcióira is fontos információkat adott (BÁLAN, 1999).

A vizsgálatok eredményeként agyagásványokat, nem-agyagásványokat és az amorf fázis mennyiségét határoztuk meg.

Agyagásványok. – Az apajpusztai és zabszéki talajmintákban lévő agyagásványok a következők: montmorillonit, klorit, illit/montmorillonit kevertszerkezetű ásvány (16 mintában), 1Md-illit (7 mintában) és kaolinit (2 mintában).

A montmorillonit (és hasonló módon a 7 Å-ös klorit) a talajokra jellemző pedogenetikus típusban (REICHENBACH & RICH, 1975) jelennek meg: igen apró



2. ábra

Röntgendiffrakciós diagramok az apajpusztai és zabszéki talajmintákról.

1. Apajpuszta, 10–20 cm; 2. Apajpuszta, 60–70 cm; 3. Zabszék, 20–30 cm; 4. Apajpuszta, 20–30 cm; 5. Zabszék, 80–90 cm. q: kvarc; a: albit; mu: muszkovit; kl: klorit; pl: plagioklász; gy: gipsz; i1Md: 1Md (rendezetlen) illit; i/s: illit–szmektit kevertszerkezetű agyagásvány; amf: amfibol; z: zeolit; mm: montmorillonit

szemcseméretben, nagymértékben rendezetlen rácsszerkezettel, a bázisreflexió diffúz vagy kis intenzitású, esetenként hiányzik (2. ábra).

A termikus vizsgálatok is azt bizonyítják, hogy a jelen lévő agyagásványok diszperz formában jelennek meg, valószínűleg igen kis, a kolloidális fázishoz közeli szemcseméretben (MERING, 1975); tulajdonképpen csak rácsfoszlányok. Ezek felülete az adott, extrémnek mondható pH-értékek esetében a szmektitek rétegeközi terének nagyságrendileg megfelelő energiával köti a víz-dipólusokat (FÖLDVÁRI, 1997) és az egy- vagy kétvegyértékű ionokat (BOHN et al., 1985), jelen esetben a Na^+ -t és a Ca^{++} -t.

Ezért, habár a teljes mintában az agyagásványok részaránya nem haladja meg a 22 %-ot, az üledék vízháztartásában és a vízben lévő ionok mozgásában jelentős szerepet játszanak.

A három fő agyagásvány (montmorillonit, illit, klorit) egymáshoz viszonyított aránya és az üledék szemcseeloszlása között az összefüggés kimutatható: a kőzetlisztben gazdagabb mintákban az illit is jelentősebb részarányban van, míg az uralkodóan agyagos üledékek montmorillonitos–kloritos típusúak.

Nem-agyagásványok: A minták harmadrészét kvarc képezi. A homokfrakció részarányát és ásványi összetételét is figyelembe véve, valószínű, hogy a kvarc jelentős hányada a kőzetlisztes–agyagos frakcióban van jelen

A röntgendiffrakciós vizsgálat relatíve nagy mennyiségű, esetenként 10 % feletti földpátot – káliföldpátot és albitot – mutatott ki. Ennek egy része a homokfrakcióban is látható, de zöme a < 0,1 mm-es frakciókban található. Ez viszont azt bizonyítja, hogy a vizsgált talajszelvényben a földpátok bontása (értelemszerűen a kaolinitosodás) jelentéktelen; az adott pH ismeretében ez nyilvánvaló. Ugyanez mondható a 20 %-ot is elérő muszkovit esetében is, azzal a megjegyzéssel, hogy a muszkovit jelentős hidratációt szenvedett.

A karbonátok közül a kalcit a domináns. A sztöchiometrikus kalcit mellett, a [104] reflexió eltolódása alapján azonosítottuk a 2–5 mol% magnéziumtartalmú kalcitot is, lényegében a szelvények felső harmadában. Ugyanakkor jelentős mennyiségű dolomitot is kimutattunk (Zabszék 30–40 cm: 28 %), ami – a homokfrakció vizsgálatát is figyelembe véve – a törmelékes dolomitnak felel meg amelynek egy része a 0,1 mm alatti frakcióban található.

Egyes mintákban kis mennyiségben jelentkezik a gipsz, a pirit, a goethit és a hematit. – A minták amorf fázisa részaránya a talajoknál ismert érték: 2–4 %.

A teljes kémiai elemzés értelmezése

Diszperz jellegű üledékek, kőzetek, kolloidális vagy amorf ásványi anyagok vizsgálatánál fontos információt kapunk az anyag jellegéről, ha a teljes kémiai analízis eredményeit átszámítjuk standard, ún. normatív ásványi összetételre.

Két mintán teljes kémiai elemzést végeztünk és kiszámítottuk a normatív ásványokat a RUCHIN (1985) által ajánlott módszerrel. Az eredményeket összehasonlítottuk a fázisanalitikai vizsgálat eredményeivel.

A különbségek fontos információk hordozói. Így a normatív agyagásványok nagyobb részarányban jelennek meg (53,73 % – 18 %, ill. 40,92 % – 16 % helyett). Ez egyrészt abból is adódik, hogy a számításokban a muszkovit helyett illitet írnak elő.

Nagyon lényeges a normatív és a tényleges kvarc részaránya közötti különbség: 0,01 % és 0,38 % – 27 %, illetve 18 % helyett. Ez azzal magyarázható, hogy az agyagásványokban az elméletinél jóval nagyobb arányban történik a $\text{SiO}_4^{-4} \rightarrow \text{AlO}_4^{-5}$ csere, ami a rendezetlen rácsszerkezetek egyik sajátossága (MELKERUD, 1985).

A karbonátok és a Na-tartalmú ásványok részaránya között sincs összhang. A normatív számítás 5 % helyett 13,33 %, illetve 13 % helyett 21,17 % albitot ad; ugyanakkor megjelenik a diffraktogramokból hiányzó szóda. A normatív karbonátoknál szembevetendő a kalcit kis részaránya (0,27 % és 4,01 % 17 % illetve 13 % helyett), ugyanakkor a normatív dolomit is kevesebb, mint a létező. Mindez azt bizonyítja, hogy a szemektit nem azonos az elméleti Ca-montmoril-

lonittal, hanem Na-montmorillonit, ami a termikus diagramokból is következtethető; ezen kívül nagy mennyiségű Na^+ található (mint adszorbeált ion) különböző agyagos és nem agyagos ásványokon (MERING, 1975). Ha ez így történik, a CaO egy jelentős része kalcitként számítható és ez által a CO_2 -felesleg sem jelenik meg.

A szikesedés, mint recens ásványgenetikai folyamat

A szikesedési folyamatok, amelyek hazánkban nagy területeken jelentkeznek, kezdettől fogva a kutatók: geográfusok, pedológusok, mezőgazdasági szakértők és geológusok figyelmének előterében voltak. A szikes területek kutatásáról sok száz cikk, számos könyv és egyetemi kurzus jelent meg (BALLENEGGER & FINÁLY, 1963) és a kutatások jelenleg is folynak, többek között az apajpusztai és a zabszéki kísérleti területen (SZENDREI et al., 2001).

A szakértők által jelenleg elfogadott genetikai modell szerint (SCHERF, 1929; HERKE, 1983; KUTI et al., 1997; VÁRALLYAY, 1999) a sziksó felszínen való kiválása a fontosabb folyóvizek árterén, ártéri síkságain történik, ott, ahol a felszínen finomszemcsés–agyagos, kőzetlisztes üledékek, agyagos–vályogos talajok találhatóak és a talajvíz szintje a felszínhez közel van. Szükséges továbbá a megfelelő klimatikus adottság (száraz évszakok, magas potenciális párolgás) és a megfelelő vízföldtani szerkezet: a szikes zónák rendszerint egy hidrogeológiai csapdában jelennek meg, ahol a belépő vízhozam csak párolgás útján tud távozni a rendszerből. Kívánatos feltétel továbbá a talajvíz nátriumos jellege. Végül nem általános, de gyakori a felszínen vagy a felszín közelben a karbonátok (mész, mészszip, konkréciók, lepedékek) jelenléte.

A Duna–Tisza köze nyugati felében húzódó szikes övezet esetében – amely a két kísérleti területet is magába foglalja – mindezen követelmények teljesülnek: a szikesek az ártéri síkság mélyebb sávjában, a finomszemcsés üledékek által borított területen jelennek meg, ahol a talajvíz szintje a felszín alatt 0,6–1,0 m-re található; a Kiskunság máskülönben Magyarország egyik legszárazabb területe. Ugyanakkor a Duna vize és a hátság felől leszivárgó csapadékvíz folyamatosan tölti fel a talajvizet tartalmazó homok- (kavics) réteget és a víz csak párolgás útján tud eltávozni. A talajvíz – különösképpen közvetlenül a szikesek alatt – nátrium-hidrokarbonátos jellegű és nem hiányoznak a karbonátos képződmények sem.

Ásványtani jellegű vizsgálataink, a fentiek ismeretében arra szándékoznak fényt deríteni, hogy mi a szerepe a szikesedésben a szikes talajok agyagásványainak, és hogy viszonyulnak egymáshoz a karbonát- (mész-) kicsapódás és a szikes sókivirágzás.

Ismeretes, hogy a Duna ártéri síksága alatt áramló talajvíz, a nátrium- és a hidrokarbonát-ionokon kívül jelentős mennyiségű Ca^{++} -t is tartalmaz. Igaz, hogy a felszínen kikristályosuló sziksó egyik járulékos komponense a gipsz,

amely kristályokban a talaj homokfrakcióiban is megjelenik, de mennyiségileg a kalcium-szulfát részaránya elenyésző. A karbonát (kalcit, magnéziumtartalmú kalcit és a dolomit) jelen van a talajszelvényekben, de ennek egy része törmeléken (litoklasztok, organoklasztok), a kicsapódott mészkő pedig egyes, jelenkori vagy régebbi mészkumulációs szintekben jelenik meg. Ez mindenképpen deszcendens oldatokból keletkezett, felszíni, *calcrete*-típusú mészkumulációkról nincs tudomásunk. (A területen jelen lévő felszíni–felszín közeli mészkőrétegek ártéri, ill. tavi képződmények, esetükben a mészkiválás egész más jellegű folyamatok végterméke.)

Mindezek figyelembevételével, vizsgálatainkból kiindulva kidolgoztunk egy modellt, amely megmagyarázza a $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{++}$ páros kapcsolatrendszerét és ezen belül a szikesedés ásványtanilag is megalapozható genetikáját.

Na-montmorillonit. – Az egymást követő üledéksorban, még a talajréteg kialakulása előtt jelentős mennyiségű Na-montmorillonit létezett. Ez a Dunamedence közeli lepusztulási területéről jött be, ahol a savanyú vulkáni üveg – amelynek a bontási terméke a Na-montmorillonit – nagy mennyiségben van jelen a riolitos–riodácitos kőzetekben és ezek piroklasztikumában. Megjegyzendő, hogy e kőzetek bontása folyamán feltárt víztiszta, szintelen, átlátszó, gyengén koptatott kvarc, a hatszögletű biotit, a szilánkos cirkon és apatit és az idiomorf rutil, titanit és magnetit a homokfrakciókban azonosíthatók, úgyszintén a részben bontott riolittörmelék. Jelenleg a Na-montmorillonit részvétele csak feltételezhető, a teljes kémiai analízis adataiból számított normatív ásványi összetétel elemzése alapján.

Aszcendens és deszcendens vízmozgás. – A terület klimatikus sajátosságaiból következik az aszcendens és a deszcendens vízmozgás periodikus jellege. A száraz időszakban, amikor a párolgás messzemenően meghaladja a csapadékhozamot, a talajvízszintből folyamatosan áramlik a víz – kapilláris pórusok és repedések, gyökércsatornák mentén – a mélyebb szintekből a felszínre, ott elpárolog és a sótartalma (amelynek jelentős hányadát a nátrium-hidrokarbonát képezi) kiválik, kristályos, zömében különböző Na-sókból álló kivirágzásokat képez. A nedves időszakban ez a sóréteg oldódik, az oldat a mélybe szivárog, idővel a talajvíz felső részében egy koncentrált “sóoldat-párna” keletkezik.

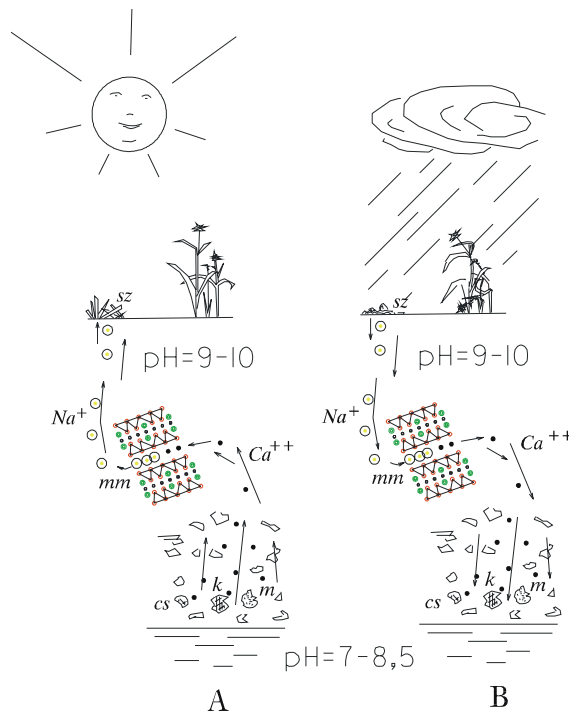
Agyagásvány degradáció. – A talajokra jellemző agyagásvány-felaprózódás, a magas pH-értékű közegben intenzív degradációs folyamatba megy át: az illit felbomlik, a szmektitiek rácsszerkezete (és a többi agyagos és nem agyagos ásványé is) feltöredezik, felületaktív ásványfoszlányok keletkeznek, megnövekedett ioncsere-kapacitással.

Korrózió és karbonát-kicsapódás. – A szemcsék mikroszkópos vizsgálata két látszólag ellentétes folyamatról tanúskodik. Egyrészt a karbonátszemcséken (mészkő- és dolomit-litoklasztokon, csigahéjtöredékeken, de a korábbi mészkonkréciókon is) kioldási barázdák, üregek, korróziós felületek jelennek meg; ugyanakkor gyakori az egyes (nem csak karbonátos) szemcséken a szivacsos

mészkéreg; megjelennek a „friss”, kvarcszilánkokat és csillámpikkelyeket akrecionáló mészrögöcskék. A mintákban úgyszintén jelen vannak a (fázisanalitikailag kimutatható) nem sztöchiometrikus, metastabil, „pedogenetikus” karbonátok. Joggal feltételezhetjük, hogy a szelvényben hol kioldódik, hol kicsapódik a kalcium- (\pm magnézium) karbonát.

Ezek szerint a Na^+ és a Ca^{++} egy periodikus és összehangolt mozgást végez, amelyben a moderáló, „adagoló” szerep az agyagásványoké, elsősorban a montmorillonit (3. ábra).

1. Beáll a száraz évszak, megindul a „kapillaris szivattyú”. A talajvíz a Na-montmorillonit szemcsékkel jön érintkezésbe. A Ca^{++} kihelyettesíti a rétegeközi Na^+ -ionokat, ezek a felszínre jutnak, megkezdődik a sókivirágzás. A maradék Ca^{++} és a víz vagy a közeg SO_4^{2-} -ionjaiból kiválik a mennyiségileg nem jelentős gipsz.



3. ábra

A sziksóképződés ásványtani mechanizmusa

A: száraz időszak; B: esős időszak. Cs: bioklasztok (csigahéjtöredékek); k: mészkő- és dolomittörmelék; m: mészkiválások, mészkonkréciók; mm: montmorillonit (bázislapra merőleges szelvény vázlata NEMECZ, 1973 szerint); sz: sziksókiválás. A nyilak a víz és az ionok mozgási irányát jelzik

2. *Csapadék, hóolvadás.* A sókivirágzás feloldódik, a lúgos oldatok leszivárognak, a magas pH-jú és a Ca^{++} -ionokban szegény közegben a Na^+ kihelyettesíti a montmorillonit rétegek közti Ca^{++} -ionjait, amelyek a vízzel együtt lejutnak a talajvíz ingadozási zónájában. Ott kicsapódnak karbonátkéreg formájában. *Nagyobb száraz időszakban a fenti folyamat megismétlődik*, a deszcendens kioldások és a fokozott korrózió miatt az oldat koncentrációja megnövekszik, ugyanakkor az agyagásványok degradációja az ioncsere hatékonyságát növeli; földtani mércével mérve igen rövid idő alatt kialakul a talajvízszinten úszó „sós víz-párna”, amely idővel, nagyobb fajsúlyánál fogva áthatja az egész víztároló réteget, az ezzel járó talajtani és biológiai változásokkal együtt.

Ismervén az agyagásványok degradációjának és a karbonát-kicsapódás mértékét, valamint a felszín alatti sóoldat koncentrációját és kiterjedését, megállapítható, hogy a szikesedés kezdeti, evolutív vagy érett stádiumával állunk szembe. E szempontból úgy Apajpuszta, mint Zabszék is a folyamatosan fejlődő, vízszintes és függőleges irányba is terjeszkedő stádiumban van, feltételezve, hogy a területen nem következik be lényeges klimatikus és/vagy vízföldtani változás.

Ez megy végbe a (földtani szempontból is) jelen időben: folyamatos ásványképződés (vízben oldódó sók, kalcium és magnézium-karbonát, gipsz, esetenként limonit) és az agyagásványok extrém degradációja az Alföld számos, hasonló földtani és talajtani felépítésű területén (KALMÁR et al., 1998). A földtani jövőt illetően vagy folytatódik a terület süllyedése, a Pannon-medence általános tendenciáját követve – és a szikes-karbonátos üledékek a mélybe kerülnek – vagy kiemelkednek a medencét átszelő törésvonalak valamelyike mentén, megkezdődik a lepusztulás és az üledékeket a folyam leszállítja egy üledékgyűjtőbe. Mindkét esetben, a betemetést követően megindulnak a diagenetikus, agradációs jellegű folyamatok: az agyagásvány-rácsfoszlányok kiegészülnek, rendeződik a rácsszerkezet, a karbonátok esetében különválik a kalcit és a dolomit, a kolloidokból ásványok, az ásványokból üledékes kőzetek keletkeznek. Joggal állíthatjuk tehát, hogy a szikes zóna egyike az „ásványok bölcsőjének”, ahol a régebbi kőzetek alkotóelemei szétválnak, hogy más körülmények között új ásványi szerkezetekben egyesülhessenek.

Összefoglalás

Az apajpusztai és zabszéki kísérleti területen megvizsgáltuk két 1 m-es talajszelvény ásványtani összetételét. A talajminták szemcseeloszlás szempontjából kőzetlisztes (vályogos) agyag, agyagos kőzetliszt (vályog), agyagos és kőzetlisztes (vályogos) homok jellegűek, jelentős karbonáttartalommal és magas (9–10) pH-értékkel. A minták homokfrakcióját kétféle (vulkáni és metamorf eredetű) kvarc, földpát, muszkovit, biotit és járulékos ásványok, közettörmelék (do-

lomit, mészkő, metamorf palák, bontott riolit és egyéb vulkáni kőzet) és organoklasztok (csigahéjtörmelék) alkotja.

A minták röntgendiffrakciós és termikus elemzése kimutatta, hogy az agyag-ásványokat montmorillonit, klorit, illit, kaolinit és szmektit–illit kevertszerkezetű ásvány alkotja. Rajtuk kívül jelentős mennyiségű kvarc, karbonát és földpát, valamint kevés amfibol, pirit, goethit, hematit, gipsz és 2–4 % amorf fázis jelenik meg. A két teljes kémiai elemzésből számított normatív ásványok a valódi összetételtől jelentősen különbözik, amely abból fakad, hogy minden bizonyosan a montmorillonit Na-jellegű, az igen nagy mértékben diszperz és rendezetlen agyagásványok Na^+ -adszorpciója jelentős, és számolni kell magas $\text{SiO}_4^{4-} \rightarrow \text{AlO}_4^{5-}$ kihelyettesítéssel is.

Az általánosan elfogadott szikesedési modell keretén belül a közlemény a szikesedés „finomszerkezetére” kíván fényt deríteni, s ezen belül az agyagásványok szerepére a folyamat megindításában és kifejlődésében. Feltételezve, hogy az eredeti állapotban a talajszelvény fő agyagásványa a piroklasztos eredetű Namontmorillonit volt, amikor megindult a „kapillaris szivattyú” a normális pH-értékű, főleg Ca-hidrokarbonátos talajvízből és a törmelékből kioldott Ca^{++} -ionok helyettesítették a szmektit köztes Na^+ -ionjait; ezek a felszínen különböző, főleg karbonátos Na-sók alakjában kivirágoztak. Mikor beállt a csapadékos időszak, ezek a sókiválások oldatba kerültek, a magas pH-jú oldat beszivárgott a talajba, a Na^+ -ionok helyettesítették a rétegek közötti Ca^{++} -t, amely végül kicsapódott, kérgeket képezvén karbonátos és nem-karbonátos szemcséken a talajvíz szintje közelében. A folyamat, periodikus jellegéből adódóan számtalanszor megismétlődött, minek eredményeként a talajvíz felszínén egy sóoldat-párna keletkezett és a talajban a mészlerakódások egy többé-kevésbé összefüggő réteget képeztek. Ugyanakkor a felaprózódó agyagásványok szintjén általánosult a szerkezeti rendezetlenség. Mindezek alapján meg lehet állapítani, hogy a szikesedés kezdeti, evolutív vagy érett stádiumban van. Az apajpusztai és zabszéki mintavételi területek e szempontból a kifejlődés állapotában vannak.

Ásványgenetikai szempontból a szikes területek valójában új ásványok bölcsőjének tekinthetők. Itt jönnek létre a vízben oldható különböző Na-sók, a Mg-tartalmú kalcit, a gipsz és itt esnek szét az agyagásványok, kolloid méretű és tulajdonságú rácsfoszlányokká, amelyekből az üledékgyűjtőben vagy a diagenézis során újból felépülnek a rendezett szerkezetű agyagásványok.

Jelen tanulmány a Magyar Állami Földtani Intézet és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet együttműködésében, a T 023271 sz. OTKA téma keretén belül jött létre.

Kulcsszavak: Duna–Tisza köze, agrogeológia, szikes, agyagásványok, karbonátok

Irodalom

- BĂLAN, S., 1999. Studiul mineralelor argiloase ale cernoziomurilor freatic umede din Câmpia de Vest, în legătură cu unele proprietăți fizice și hidrofizice. Doktori disszertáció tézisei. Institutul Agronomic „Nicolae Bălcescu”, București.
- BALLENEGGER R. & FINÁLY I., 1963. A magyar talajtani kutatás története 1944-ig. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- BOHN, H. L., MCLEAN, B. L. & O'CONNOR, G. A., 1985. Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó – Gondolat Kiadó. Budapest.
- FÖLDVÁRI M., 1997. A laza üledékeket alkotó ásványi komponensek víztartalmának vizsgálata termoanalitikai módszerekkel. A „Vízkötıdésnek energetikai vizsgálata finomszemcsés laza üledékeken” c. T 013982 sz. OTKA téma zárójelentésének melléklete. (Kézirat) MÁFI Adattár. Budapest.
- HERKE S., 1983. Szikes talajok javítása és hasznosítása a Duna-völgyben. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KALMÁR J. et al., 1998. Ásványtani és szedimentológiai vizsgálatok a szarvasi agrogeológiai kísérleti terület felszíni képződményein, különös tekintettel az üledékek vízháztartására. Földt. Köz. **127**. 32–45.
- KUTI L., 1986. Az Alföld földtani atlasza. Dabas. MÁFI kiadvány. I.–XI. 1–19.
- KUTI L., 1989. Az Alföld földtani atlasza. Dunaújváros–Izsák. MÁFI kiadvány, I–XI. 1–19.
- KUTI, L. et al., 1997. Analysis of regional soil salinisation by GIS. In: Proc. Symp. on Sustainable Management of Salt Affected Soils in the Arid Ecosystem, and FAO Workshop (Network Group) on Integrated Management of Sustainable Use of Salt Affected Soils, Cairo. 106–132.
- MELKERUD, P. A., 1985. Smectite formation below stands of 1st, 2nd and 3rd generation of coniferous forest. In: Proc. Symposium Clay Minerals in Modern Society, 133–150. Uppsala.
- MERING, J., 1975. Smectites. In: Soil Components. Vol. II. Inorganic Components. (Ed.: GIESEKING, J. E.) 97–119. Springer. Berlin–Heidelberg–New York.
- NEMECZ E., 1973. Agyagásványok. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- REICHENBACH, H. & RICH, C. I., 1975. Fine-grained micas in soils. In: Soil Components. Vol. II. Inorganic Components. (Ed.: GIESEKING, J. E.) 59–95. Springer. Berlin–Heidelberg–New York.
- RUCHIN, L. B., 1985: Grundzüge der Lithologie. Lehre von den Sedimentgesteinen. XIII. 112–113, 244–246. Akad. Verlag. Berlin.
- SCHERF, E., 1929. Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a szikképződéssel. In: Földtani Intézet Évi Jelentése 1925–1928-ról. 88–96. Földtani Intézet, Budapest.
- SZENDREI G. et al., 2001. Sókiválások hazai elterjedése. In: Földrajzi kutatások, Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged, 2001. okt. 25–27. Absztrakt. 177–178.
- VÁRALLYAY GY., 1999. Szikesedési folyamatok a Kárpát-medencében. Agrokémia és Talajtan. **48**. 399–418.

Érkezett: 2003. szeptember 12.

Mineral Composition of Salinized Alkaline Soils, and Recent Mineral Formation in the Neighbourhood of Apajpuszta and Zabszék

¹L. KUTI, ²T. TÓTH, ¹J. KALMÁR and ¹P. KOVÁCS-PÁLFFY

¹Hungarian State Geological Institute, Budapest and ²Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The mineral composition of two 1 m soil profiles was investigated at the Apajpuszta and Zabszék Experimental Stations. From the point of view of particle distribution, the soil samples had silty (loamy) clay, clay silt (loam), clay sand and silty (loamy) sand texture, with a substantial carbonate content and high (9–10) pH. The sand fraction of the samples consisted of two types of quartz (of volcanic and metamorphic origin), feldspar, muscovite, biotite and associated minerals, rock debris (dolomite, limestone, metamorphic shale, decomposed rhyolite and other volcanic rocks) and organoclasts (snail shell debris).

X-ray diffraction and thermic analysis of the samples demonstrated that the clay minerals consisted of montmorillonite, chlorite, illite, kaolinite and a mixed structure smectite–illite mineral, while there were also considerable quantities of quartz, carbonate and feldspar, with a little amphibole, pyrite, goethite, hematite, gypsum and a 2–4% amorphous phase. The normative minerals calculated from the two complete chemical analyses differ considerably from the real composition, probably due to the Na nature of the montmorillonite, the substantial Na⁺ adsorption of the extremely disperse and disorganized clay minerals, and a high rate of SiO₄⁴⁻ → AlO₅⁵⁻ replacement.

Within the framework of the generally accepted salinization model, the paper wishes to shed light on the “fine structure” of this process, including the role of clay minerals in the initiation and development of the process. Assuming that in the initial state the main clay mineral in the soil profile was Na montmorillonite of pyroclastic origin, Ca²⁺ ions originating from the groundwater, which had normal pH and contained Ca hydrocarbonates, or dissolved from the rock debris will have replaced the interstitial Na⁺ ions in the smectite when the capillary pump went into action. These then crystallized out on the surface in the form of various, chiefly carbonate, Na salts. When the climate turned wet these salt excretions were dissolved and the high pH solution seeped into the soil, where the Na⁺ ions replaced the interlayer Ca²⁺, which was finally precipitated, forming a crust on calcareous and non-calcareous particles in the proximity of the groundwater level. Due to its periodic nature, this process will have been repeated many times, with the result that a salt solution “pillow” developed on the surface of the groundwater, while the lime deposits formed a more or less continuous layer in the soil. At the same time the clay minerals progressively decayed, leading to structural disorganization. On the basis of these data it is possible to determine whether salinization is in the initial, evolutionary or mature stage. The data indicated that the sampling areas in Apajpuszta and Zabszék are now in the developmental stage.

From the point of view of mineral genetics, salinized alkaline soils can be regarded as the cradle of new minerals. It is here that various water-soluble Na salts, Mg-

containing calcite and gypsum are formed, while the clay minerals decompose into lattice fragments with the size and properties of colloids, which re-form into clay minerals with a regular structure in the course of sedimentation or diagenesis.

Table 1. Mineral composition of the sand fraction (> 0.2 mm fraction) in soil profile samples from Apajpuszta and Zabszék. (1) Sampling depth, cm. (2) Main minerals. (3) Quartz. (4) Feldspar. (5) Muscovite. (6) Biotite. (7) Chlorite. (8) Associated minerals. (9) Garnet. (10) Apatite. (11) Zircon. (12) Rutile. (13) Titanite. (14) Amphibole. (15) Coelestine. (16) Limonite. (17) Opak. (18) Rock debris. (19) Shell debris. (20) Plant debris. (21) Lime concretion. (22) Gypsum.

Table 2. Results of X-ray diffraction analysis on the Apajpuszta and Zabszék samples. (1) Sampling depth, cm. (2) Montmorillonite. (3) Illite/montmorillonite. (4) Illite 1Md. (5) Muscovite. (6) Kaolinite. (7) Chlorite. (8) Quartz. (9) Potassium feldspar. (10) Plagioclase. (11) Calcite. (12) Dolomite. (13) Amphibole. (14) Pyrite. (15) Goethite. (16) Hematite. (17) Todorokite/zeolite?. (18) Gypsum. (19) Amorphous phase.

Fig. 1. Column profiles of soil drillings in Apajpuszta and Zabszék. 1. Clayey sand; 2. Clayey-silty sand; 3. Clayey silt; 4. Silty clay.

Fig. 2. X-ray diffraction diagrams of the Apajpuszta and Zabszék soil samples. 1. Apajpuszta, 10–20 cm, 2. Apajpuszta, 60–70 cm, 3. Zabszék, 20–30 cm, 4. Apajpuszta, 20–30 cm, 5. Zabszék, 80–90 cm. q: Quartz; a: Albite; mu: Muscovite; kl: Chlorite; pl: Plagioclase; gy: Gypsum; i1Md: 1Md (irregular) illite; i/s: Illite-smectite mixed structure clay mineral; amf: Amphibole; z: Zeolite; mm: Montmorillonite.

Fig. 3. Mineralogical mechanism of saline salt formation. A. Dry period; B. Wet period. cs; Bioclasts (snail shell debris); k: Limestone and dolomite debris; m: Lime concretions; mm: Montmorillonite (sketch of the profile perpendicular to the base, according to NEMECZ, 1973); sz: Saline salt (“sziksó”) precipitation. The arrows indicate the direction of water and ion flow.