

A NÁTRIUM-FELHALMOZÓDÁS VIZSGÁLATA A SZIKESEDÉS SZEMPONTJÁBÓL ÁSVÁNYTANI MODELL KÍSÉRLETEKKEL

(a felső index száma kiegészítés fájlban részletezett anyagot jelez)

A szikes talajok képződésének az egyik alapkérdése az e talajokban felhalmozódó nátrium eredete, aminek magyarázatára számos elképzelés született, így az is, amely az ásványok mállásával értelmezi e folyamatot. Ezt az elképzelést a hazai szikesek képződésénél a magyar szikkutatás nagy nemzetközi tekintélynek örvendő több kimagasló egyénisége is elfogadta.

Vizsgálataink célja ehhez az elképzeléshez konkrét adatokat szolgáltatni a számba jövő területek egyes gyakori kőzeteinek mállékonysági vizsgálatával és értelmezni azokat a legújabb szakirodalmi eredmények keretében.

A szikes talajokban a nátrium-felhalmozódás egyik alapvető módja a sókiválás. Vizsgálataink másik célja kísérletek végzése a sókivirágzás modellezésére. A sókivirágzásos helyekről gyűjtött talajvizet meghatározott paraméterek mellett bepárolva, az így nyert sókiválásokat hasonlítottuk a terepen a felszínen gyűjtött kivirágzások sóásványaihoz és értelmeztük az egyezéseket és a különbségeket.

I. A kőzetek mállékonyságának vizsgálata a talajvíz nátriumtartalmának eredete szempontjából szikes területek feltételezhető vízutánpótlási területein

Bevezetés

Az alföldi talajokban a feldúsuló nátriumionok eredetének már 1859-ben többek között a mállást tekintették.¹

Az ásványok és kőzetek mállékonyságának vizsgálatára, az ásványok oldódási sebességének megállapítására számos kísérletet végeztek, de egységes módszer nem alakult ki.²

Mállasztási kísérleteket megelőzően hazánkban is végeztek.³ E vizsgálatok során különböző kivonószerekkel határozták meg a dunabogdányi, a szobi, a visegrádi andezitekből, az uzsabányai bazaltból, a hosszúhetényi fonolitból és a telkibányai kálitracitból kioldható anyagokat.⁴

Kísérleti módszer

A kőzetekből történő kioldás folyamatát egyensúlyi rendszerben vizsgáltuk. Különböző kivonószereket alkalmaztunk (erős sav, gyenge sav, lúgos oldat, nevezetesen: 0,1 M HCl-es, tejsavas és citromsavas, valamint ammonium-karbonátos kivonószer). Az egyensúlyi oldatban lévő elemek koncentrációját az idő függvényében vizsgáltuk (két vagy három hétig) szobahőmérsékleten. Megadott időpontokban aliquotot vettünk ki, amelyből ICP-vel a következő elemeket határoztuk meg: Al, Ba, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, Sr, Zn.⁵

Vizsgálati anyag

Az alföldi, a Fertő- és a Velencei tó környéki szikeseknél a leáramlási területek egyes, gyakori kőzeteinek jellemzésére a következő kőzeteket vizsgáltuk meg: agyag (Mályi), andezit (Visegrád), bazalt (Somoskő), csillámpala (Sopron), Duna üledék (Madocsa), futóhomok (Fülöpháza), futóhomok (Nyírség), gránit (Sukoró), lösz (Törökszentmiklós), mészkő (Bükk), piroxénandezit (Zsoltárosrét, Mátra), riolit (Barabás), riolit (Gyöngyössoly-mos), tiszai üledék (Csongrád, Kenézlő, Tiszaújváros, Vezeny).

A Duna és Tisza üledék minták az Országos Geokémiai Térképezés mintái (Magyar Állami Földtani Intézet), amelyek rendelkezésünkre bocsátásáért köszönetünket fejezzük ki.

A vizsgálandó kőzetekről elkészültek teljes kémiai és a röntgen-diffrakciós elemzések.

A vizsgálatra kiválasztott kőzetekről, ásvány-, kőzet- és földtani adatok számos dolgozatban találhatók.⁶

Értékelés

A/ Alföld – Északi-középhegység

Az előbbieken felsorolt gyakori kőzeteinél a *mállékonyságot*, a különböző kivonószerekkel kioldható anyagok mennyiségével közelítettük meg.

Az Északi-középhegység gyakori kőzetei közül a vulkáni kőzetekből oldódott ki a legtöbb anyag, a savas kioldásoknál az andezitekből és a bazaltból, míg az ammónium-karbonátos kivonatban riolitból és andezitből. A legtöbb anyag a bazaltból oldódott ki a savas kivonatokban, míg az andezit mintáknál a piroxénandezitből.

Az előző kioldásos vizsgálatok szerint is a bazaltból oldódott ki a legtöbb anyag a vulkáni kőzeteket tekintve (Vendl 1956).

Az Alföld egyes gyakori kőzetei közül azokból az üledékekből oldódott ki több anyag, amelyekben jelentős szénsavas mésztartalom volt. Ha a szénsavas mésztartalom, illetve a dunai üledék mintánál ezen túl a dolomit oldódásától eltekintünk, a kioldott anyag a többi üledék mintából (nyírségi futóhomok, tiszai üledékek) kioldott anyagokhoz hasonlóan kevés, kivéve a lösz mintát.

Kioldott nátriumtartalmat tekintve a bazaltból mind a három savas kivonatban közel egy nagyságrendnyivel több és az ammónium-karbonáttal is jóval több a nátriumion oldódott ki (1-4. ábra⁷). A többi vizsgált kőzetet tekintve ezek között a piroxénandezitből és az andezitből oldódott ki valamivel több nátriumion a savas kivonatokban. Az Alföldi üledékeket tekintve mindhárom savas kivonószert tekintve, jóval kevesebb a kioldott nátriumtartalom mint a vulkáni kőzetekből. Valamivel több csak a löszből oldódott ki (5-7. ábra⁸).

Ezeket a megállapításokat alátámasztják a kőzet-víz kölcsönhatás adatok is.⁹

A hidrológiai-hidrogeológiai értékelések szerint általában az alföldi utánpótlódási terület vagy a környező hegységkoszorú területén vagy az alföldi magasabb fekvésű régióiban van.¹⁰

Az Északi-középhegységben vizsgálataink szerint elsősorban a bazalt, valamint az andezit mállása során juthatnak nátriumionok a talajvízbe. A bazalt viszonylag kis kiterjedésben van, míg az andezit jelentős.¹¹

Az alföldi utánpótlódási területek kőzetei közül, a szénsavas mész és a dolomit oldódásától eltekintve, a löszből oldódott ki, valamivel több anyag, a többi kőzetből viszonylag kevés. E kőzetek jelenlegi összetétele alapján a talajvíz nátriumtartalmához a kőzetmállás hozzájárulása nem meghatározó.

Az izotópeokémiai adatok szerint azzal is kell számolni, hogy az utánpótlódási területeken a kőzetek mállása nemcsak a holocénben, hanem még a *pleisztocénben* is befolyásolta a beszívargó víz összetételét.¹²

Mállás a jelenlegitől igen eltérő környezetben is végbemehet, így a pleisztocénben.¹³

A hazai késő pleisztocénben az erdőterületeken pl. ÉK-Magyarországon és É-Dunántúlon döntően túlevelű erdők voltak (Sümegei 2001, Sümegei és Hertelendi 2001). A *Picea* (lucfenyő) Magyarország ÉK-i részén a késő-glaciális tajga egyik legfontosabb flóraeleme.

E növényzet miatt erősebb mállás (zuzmók, túlevelű erdők).¹⁴

Hazánkban előforduló elterjedtebb magmás kőzetek *legjelentősebb Na-forrásul* szóba jöhető ásványai a plagioklász földpátok, vulkáni kőzetek esetében pedig még ehhez járul a kőzetüveg.

A plagioklászok mállásáról sok közlemény publikáltak¹⁵, amelyek szerint a plagioklászok mállásának jellemzői a következőkben foglalható össze.

Plagioklászokban az An% növekedésével nő, An=70% (bytownit, anortit) felett pedig fokozottan nő az oldódási sebesség. Összefoglalták a legfontosabb tényezők (kémhatás, ionerősség, fajlagos felület, hőmérséklet, szerves savak stb.) hatását a plagioklászok oldódására.¹⁶

A szikesedés szempontjából elsősorban a plagioklász földpátok milyensége és mennyisége az érdekes. A plagioklászok mennyisége a röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján 0 és 74% között változott. A vizsgált legmállékonyabb kőzetekben volt a legtöbb a plagioklász, 50% feletti mennyiségű.¹⁷ Ezekben a kőzetekben a plagioklász sor mállékonyabb An molekulákban gazdagabb tagjai fordulnak elő, így az andezin, labradorit és bytownit.

B. Velencei-tó – Velencei hegység

A Velencei tó 602 km² vízgyűjtőjéből kb ¼ a Velencei hegységhez tartozik (Cserny 2004).

A velencei hegységben a gránit jelentős kiterjedésben van meg. Vizsgálataink szerint a gránitból a kioldások közepes –kevés anyagot oldottak ki (1-4.⁷ ábra), **tehát a gránit mállásának hatásával a talajvíz kémizmusára kevésbé lehet számolni.**

C. Fertő-tó – Sopron-kőszegi hegység

A Fertő-tó vízgyűjtője kis kiterjedésű. A Fertő medence utánpótlódási területe az ábrák szerint részben a Sopron-kőszegi hegységben van (Pethő et al., 2004). A Sopron-kőszegi hegységben jelentős kiterjedésben vannak meg a metamorf kőzetek. E kőzetek közül a csillámpalát vizsgáltuk meg. A csillámpala azon kőzetek közé tartozik, amelyekből viszonylag kevés anyag oldódott ki (1-4. ábra⁷), és kevés nátriumion is. **A csillámpala mállásának hatása a talajvíz nátriumtartalmára itt kevésbé érvényesül.**

II. Sókiválás modellezése sókivirágzásos szikes talaj felszínek alatti talajvizek bepárlásával.

Bevezetés

A szikes talajokban a nátrium-felhalmozódás egyik, alapvető formája a sókként történő felhalmozódás. Az előző T25623 számú OTKA pályázatban a hazai szikes talajfelszínen képződő sókivirágzásokat vizsgáltuk, beleértve az összefüggések feltárását a képződés környezeti tényezőivel is (úgy mint éghajlat, növényzet, talajvíz és talajjellemzők). E kutatások alatt nyilvánvalóvá vált, hogy elégtelen adat van a szakirodalomban a kiválások közvetlen környezeti tényezőiről (így a folyadékfázis kémiai összetétele mellett pl. a közeg hőmérsékletéről és relatív páratartalmáról).

A szakirodalomban igen kevés adat van a szikes talajokban kiváló sók képződésének modellezéséről¹.

Módszer

Talajvízmintákat vettünk azokon a pontokon ahol sókivirágzás volt a felszínen. A terepi leírások, mintavételek és a laboratóriumi vizsgálatok a módszerkönyvek szerint készültek. A sóásványokat röntgendiffrakcióval határoztuk meg.²

A talajvízből vett 10-15 ml oldatot pároltunk be Sanyo klímakamrában. A hazánkban a sókivirágzás leginkább a nyári kánikulai periódusban várható, amelynek megfelelő két paraméter (hőmérséklet, relatív páratartalom) kombinációval készültek a bepárlások.³

A talajvizek összetételéből a várható képződő sóásványokat a PHREEQC 2 számítógépes programmal számoltuk ki.⁴

Vizsgálati anyagok

Azokat a pontokat jártuk be ahol előzőleg is találtunk sókivirágzást a felszínen, összesen 14 pontot, amelyek lefedik hazánk típusos szikes területeit és jellemző sókivirágzásait. A mintagyűjtés ütemezése és sikeressége nagyban függött az időjárási viszonyoktól.⁵

Vízkeimiai fáciesek szerint besorolás Black (1966) határértékei szerint történt⁶

Meghatároztuk az egyes hidrogeokémiai fáciesekbe tartozó talajvizekből készült bepárlások sóásványait.⁷

Ásványok szerinti értékelés⁸:

Kalciumásványok: a talajvíz kalcium- és karbonátkoncentrációja mellett, utalnak jelentősebb magnéziumtartalomra (kalcitmonohidrát és aragonit), illetve jelezhetnek nagyobb pártartalmú közeget (kalcitmonohidrát).

Magnéziumásványok: anionkoncentrációt jelezhetnek a szulfát mellett (pl. karbonát-klorid-northupit vagy kloridion: bischofit) és a magnéziumkoncentrációt (hexahidrit és blödit), illetve utalhatnak a páratartalomban lévő különbségre (blödit-bischofit).

Nátriumásványok: karbonátiionkoncentrációt jelezhetnek, hiszen a nátron, a trona és a termonátrit 50% feletti HCO_3 -tartalmú oldatokból váltak ki. A nátron nagyobb páratartalmat jelezhet, míg a nahkolit nagyobb P_{CO_2} -t. A burkeit hiánya és a thenardit jelenléte a talajoldatban jelentékeny kalciumion koncentrációra utalhat. A thenardit szulfátkoncentrációt jelez (40% feletti oldatokban található). A halit a bepárlási folyamat végső szakaszára utalt.

A kiváló ásványokból elsősorban a talajvízösszetételre, annak a nátriumionok dominanciája melletti változatosságára lehet következtetni és csak esetlegesen a relatív páratartalom-hőmérséklet különbségekre. Ez utóbbi annak is tulajdonítható, hogy a hazai szikeseknél a sókivirágzás képződésének (illetve mintavételének) idejének hőmérséklet és relatív páratartalom tartományában ilyen változások kevésbé várhatók.

A talajvíz bepárlások és a szikes talajfelszíni kivirágzások sóásványainak összehasonlítása (1. táblázat⁹)

A megállapítások az adott időpontban a talajfelszínen megmintázott sóásványok és az ugyanakkor vett talajvízből bepárolt sóásványok összehasonlítására vonatkoznak.

A *megegyező* sóásványok rendszerint a gyakoribb ásványok is azt jelezve, hogy a talajvíz összetétele alapján megszabja a szikesek felszíni sókivirágzásának összetételét.

-Meghatározóan hidrogénkarbonátos-karbonátos talajvíz (Kiskunmajsa, Konyár, Petőfi-szállás és Újfehértó). Kivált megegyező ásványok:

- trona, termonátrit, halit,
- trona termonátrit,
- termonátrit vagy trona.

- Meghatározóan szulfátos talajvíz (Alap, Szabadkígyós). Megegyező ásvány: thenardit.

Különleges eset a tatai minta, ahol csak a gipsz a közös ásvány. A mintavételnél nem, de más időpontban előfordult ásvány (hexahidrit) azok közül, amelyek a bepárlás sóásványai között megtalálhatók.

- Meghatározóan kloridos rendszer (Zám). A mintavételnél gyenge sókivirágzaskor nem volt közös ásvány, de más időpontban előfordult halit a felszínen.

- Karbonátos-hidrogénkarbonátos-szulfátos talajvíz (Balmazújváros, Nyírólapos). Megegyező ásványok:

- thenardit, halit,
- halit.

Ebben az összetettebb rendszerben kevesebb a megegyező ásvány.

A *bepárlások* sóásványai között gyakrabban előforduló ásványok :

- a szóban forgó ásványok között legkisebb oldhatóságú kalcium- (kalcit, kalcitmonohidrát, aragonit), illetve magnézium-nátriumkarbonát-klorid (northupit) ásványok, mivel feltételezhetően ezek a felfelé szivárgó talajvízből már a talajban kiváltak és nem érték el a felszínt.

- a burkeit a bepárlásokban gyakori, a talajfelszínen a kivirágzásokban ritka, ami annak tulajdonítható, hogy a burkeit kristályosodási magjainak képződését kalciumvegyületek pl kalcium-karbonát, kalcium-oxalat, kalcium-foszfát gátolják, mivel a kalciumionok beépülnek a burkeit kristályrácsába. A gátlás odavezethet, hogy a burkeit helyett nátrium-szulfát képződik (Shi et al. 2003).

- az előforduló sóásványok közül a legnagyobb oldhatóságú ásványok (így halit és a nátriumkarbonátok között legoldékonyabb termonátrit), amelyek feltehetően azért fordulnak elő rit-

kábban a talajfelszínen mert a bepárlásokkal szemben ott a kristályosodási folyamat nem ment minden esetben végig.

A szikes *talajfelszíni kivirágzásokban* előforduló sóásványok:

- gipsz. Előfordulásának lehetséges magyarázata, hogy a kalciumkarbonátásványok kiválása után, a talajon átszivárgó talajvizbe-talajoldatba ismét kalciumionok oldódnak ki az ásványokból és ez válik ki gipszként a felszínen. Ez a folyamat fokozottan érvényesül a felszín közelben a talaj szerves anyagának és a savas esők savanyító hatásának következtében. Ez utóbbi nyilvánvalóan növeli a talajoldat szulfáttartalmát is.

- thenardit. A szulfátionok a bepárlásokban több esetben burkeiteként vagy hanksitként váltak ki, míg a talaj felszínen thenarditként (magyarázatot lásd a burkeitnél).

A talajvizekből számított és a bepárlások sóösszetételének összehasonlítása (2. táblázat¹⁰):

A talajvizekből kristályosodó sóásványok várható összetételét több variációra számoltuk ki, amelyből egyet mutattunk be, amely a 35°C hőmérséklettel, 45% relatív páratartalommal és 350 ppm CO₂ koncentrációval számol.

A 2.táblázatból látható, hogy a különbség abban van, hogy a számítások jóval több karbonátásvány képződését valószínűsítik.