

A sókivirágzások elterjedésének és képződésének összefüggése a környezeti, ezen belül talajtani tényezőkkel

Relationship between salt efflorescences and environmental conditions with special emphasis on edaphological conditions

TÓTH Tibor^{1*} és SZENDREI Géza²

¹MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

²Magyar Természettudományi Múzeum Ásvány- és Kőzettára, 1083 Budapest, Ludovika tér 2.

*tibor@rissac.hu

Abstract

We summarise the relationship between the climatic and edaphologic factors and the salt efflorescences based on our studied soil profiles and the categories of the „AGROTOPO” database corresponding to the visited sites of field survey. The most important factor of the occurrence of salt efflorescences on soil surface is the salt accumulation close to the soil surface. The prediction of salt efflorescences in complex elevational patterns is facilitated by the application of our conceptual model. Compared to the earlier reports, we found salt efflorescences not only on Solonchak soils, but also on a somewhat leached soil type (Crusty) Solonetztes also. In those cases where soil profile was opened, the depth to groundwater varied between 80 and 250 cm.

There was a correlation between the dominant anion of the salt efflorescences and the depth of groundwater: parallel to increasing solubility, the average depth of groundwater was increasing. Data support the hypothesis that on more sandy areas the chances of the precipitation of carbonate minerals increase. In the more clayey areas the movement of water is much slower and there is small chance for the low soluble alkaline solutes, which further decrease water conductivity, to rise close to the surface.

We evaluated the categories of AGROTOPO database at 25 sites where salt efflorescences were found. At these sites further information was provided by the field bulk electrical conductivity measurements (on average EC_a was 4.8 dS/cm) and by vegetation characterizations (most of the salt efflorescences occurred in *Camphorosmetum annuae* and *Puccinellietum limosae* plant associations).

Összefoglalás

Saját feltárt talajszelvényeink és a terepi bejáráshoz kapcsolódó AGROTOPO adatbázis-kategóriák szerint áttekintjük a sókivirágzások összefüggését az éghajlati és talajtani tényezőkkel. A sókivirágzások talajfelszíni előfordulásának fő tényezője a talaj felszínközeli sófelhalmozódása. Ennek térszíni előrejelzését a kidolgozott koncepcionális sófelhalmozódási modell elősegíti. A korábbi adatokkal szemben számos esetben találtunk sókivirágzást nem csupán szoloncsák talajon, hanem kilúgzottabb szikes talajon, kérges réti szolonyezecen is. A talajszelvényvel vizsgált esetekben a sókivirágzások 80 és 250 cm közötti talajvízszintmélység mellett fordultak elő.

A sókivirágzások uralkodó anionjai összefüggést mutatnak a talajvíz mélységével: az oldhatósággal párhuzamosan a talált talajvíz átlagos mélysége növekedett. Adataink rámutatnak, hogy a homokosabb területeken van nagyobb esélye a karbonátásványok felszíni kiválásának. Az agyagosabb foltokon a vízmozgás jelentősen lassabb, emiatt kicsi az esélye a kevésbé oldódó, és a talaj vízvezető-képessége szempontjából rendkívül kedvezőtlen hatású lúgos kémhatású oldatok felszínközébe jutásának.

Az AGROTOPO adatbázis kategóriáit 25 sókivirágzások helyszín esetén értékeltük. Ezek a helyszíneken további információt nyújtanak a helyszíni elektromos vezetőképesség értékek (sókivirágzások folton átlagban 4,8 dS/m volt az EC_a), és a növényzet jellemzése (leggyakrabban a vakszik, *Camphorosmetum annuae* és szikfok, *Puccinellietum limosae* társulásokban fordultak elő sókivirágzások).

1. Bevezetés

A sókivirágzások előfordulását, megjelenését, formáját és összetételét számos tényező befolyásolja. A befolyásoló tényezőket számba véve a vizsgált közeg méretének növekedésével (*sókivirágzás – felszíni talajfolt – talajszelvény – élőhely – táj*) párhuzamosan más és más tudományág (*ásványtan – talajfizika és kémia – talajtan – ökológia – földrajz*) szempontjait használhatjuk.

A sókivirágzások *ásványainak* milyenségét a felszínre jutó talajoldat és a bepárlódó felszíni vizek kémiai összetétele határozza meg. Ugyanakkor különösen a megjelenés idejére nézve ugyancsak fontos befolyásoló tényező a hőmérséklet és a levegő relatív páratartalma.

Amikor a sókivirágzások *talajfelszínen* jelennek meg, a kapillaris vízemelkedés erőteljes. Ennek kialakulása akkor várható, ha a talaj viszonylag száraz felszíni rétegének és az alatta lévő rétegnek a nedvességtartalma jelentősen különbözik. Gyakori jelenség, hogy a talajfelszín felett kis páratartalmú meleg levegőréteg található, ennek hosszabb időtartamú jelenléte alakítja ki azt a nedvességpotenciálbeli különbséget, amelyik a felfelé áramló oldatmozgásnak kedvez. Ugyanakkor az oldatmozgást befolyásoló jelentős tényező a felszínközeli rétegek szemcseösszetétele és szerkezete is.

A sókivirágzások megjelenésének előfeltétele, hogy legyen érzékelhető mennyiségű só a talajoldatban. A jelentős mennyiségű sót tartalmazó, hazai megnevezéssel *szikés talajok* adott – úgynevezett – talajképződési feltételek mellett jelennek meg. Hazai viszonyok között leggyakrabban a sekély, sós talajvíz jelenléte a két meghatározó tényező.

A sókivirágzások legtöbbször természetes vagy ahhoz közeli állapotú *ökoszisztémákban* figyelhetők meg, mert a só jelenléte erősen gátolja a haszonnövények növekedését. Ezek növényei és állatai alkalmazkodtak a sajátos élőhelyhez, így az ökoszisztémák a magas sótartalmat elviselő fajokból állnak (Molnár & Borhidi, 2003). Elhelyezkedésük más élőhelyekhez képest meghatározott törvényszerűségeket mutat, és ezek ismerete megkönnyíti a sókivirágzások megtalálását (Tóth & Szendrei, 2006, ebben a kötetben).

A sókivirágzások nem fordulnak elő minden *körzetben*, hanem előfordulásukat a talajtani, geológiai, hidrológiai, domborzati, éghajlati viszonyok határozzák meg.

Amikor a sókivirágzások felszíni víz bepárlódásakor képződnek, alapvetően a felszíni állóvíz (szikés tó, illetve pocsolya) kémiai összetétele a sókivirágzás összetételét meghatározó fő tényező, de az éghajlati viszonyok is jelentős hatásúak lehetnek.

2. A sókivirágzások előfordulásának éghajlati tényezői

Az egyes sókivirágzás mintákhoz az 1998–2002 közötti időszakra hozzárendeltük az Országos Meteorológiai Szolgálat által a legközelebbi állomáson észlelt, időben leginkább megfelelő hőmérséklet és relatív páratartalom adatokat. Az átlaghőmérséklet 26,5 °C (szélső értékek 17,0–30,9 °C) volt, a relatív páratartalom pedig 51,5% (34–78%). A helyszínen, rendszerint napsütötte felszínen mért hőmérséklet 1,7–7,8 °C-kal volt magasabb. Az utolsó eső óta eltelt idő 1 és 18 nap között változott, átlagosan 6,8 nap volt. Ha a mintavételt megelőző napon esett eső az elhanyagolható mennyiségű volt.

3. A kimutatott ásványok képződési paramétereinek értékelése a környezetjelzés szempontjából

A nátron és a trona közül az előző kiválását a szakirodalmi adatok szerint 25 °C alatti hőmérsékletnél határozták meg. Egy ilyen körülményekkel jellemzett kristályosodási szakasz volt a dinnyési, a konyári és az újfehértói mintavételi pontokon.

A termonátrit képződése a stabilitási diagramm szerint (Monnin & Schott, 1984) nagyobb hőmérsékleten, 35 °C felett várható, és az ásványt a nátron dehidrációja termékének tekintik (Stoops, 1987). Az említettel jellemzett kristályosodási szakasz volt tehát az apaji, hortobágyi, kiskunmajsai, konyári, petőfiszállási és újfehértói mintavételi pontokon.

A nátrium-szulfát-ásványok közül a thénardit a magasabb hőmérsékletű kristályosodási (vagy átkristályosodási) termék, a mirabilithoz képest. Ezt alátámasztja, hogy Hajdúnánáson és Hajdúviden 17 °C körüli hőmérsékleten gyűjtöttük. Magasabb hőmérsékleten mindig thénardit jelent meg. E hőmérséklet hatását azonban több tényező (pl. relatív páratartalom, oldatösszetétel stb.) is befolyásolja még (Doner & Lynn, 1986; Keller *et al.*, 1986a).

A blöditet általában a konyait dehidrációs termékének tekintik. A konyaitot Észak-Dakotában 6,3–37,9 °C tartományban figyelték meg (Keller *et al.*, 1986a).

A hexahidritet az epsomit dehidrációs termékének tartják. Az átalakulási hőmérséklet a relatív páratartalomtól függően 22 és 26 °C (Workman & Rader, 1961; Tien & Waugh, 1969 cit Keller *et al.*, 1986a,b), tehát a tatai szikes talajban egy ilyen hőmérsékleten végbemenő átkristályosodást is fel kell tételezni.

A halit általában a kristályosodási folyamat utolsó tagjai közé tartozik, az oldat teljes bepárlódását jelzi, így pl. Balmazújvároson, Dinnyésen, Egerlövön, Hortobágyon, Kiskunmajsán, Kisteleken, Miklapusztán, Petőfiszálláson és Újfehértón egyaránt.

4. A sókivirágzások előfordulásának talajtani tényezői

A sókivirágzások előfordulása az egyes tájakon belül nem egyenletes, hanem foltszerű, megadott domborzati és talajvízmélységi, vízállási feltételekhez kötött. Mivel a sók előfordulását a hazai viszonyok között döntően a víznek a talajban történő mozgása és a talaj sókoncentrációja szabja meg, a sókivirágzásos foltok a talaj felső rétegének sómaximumához köthetők.

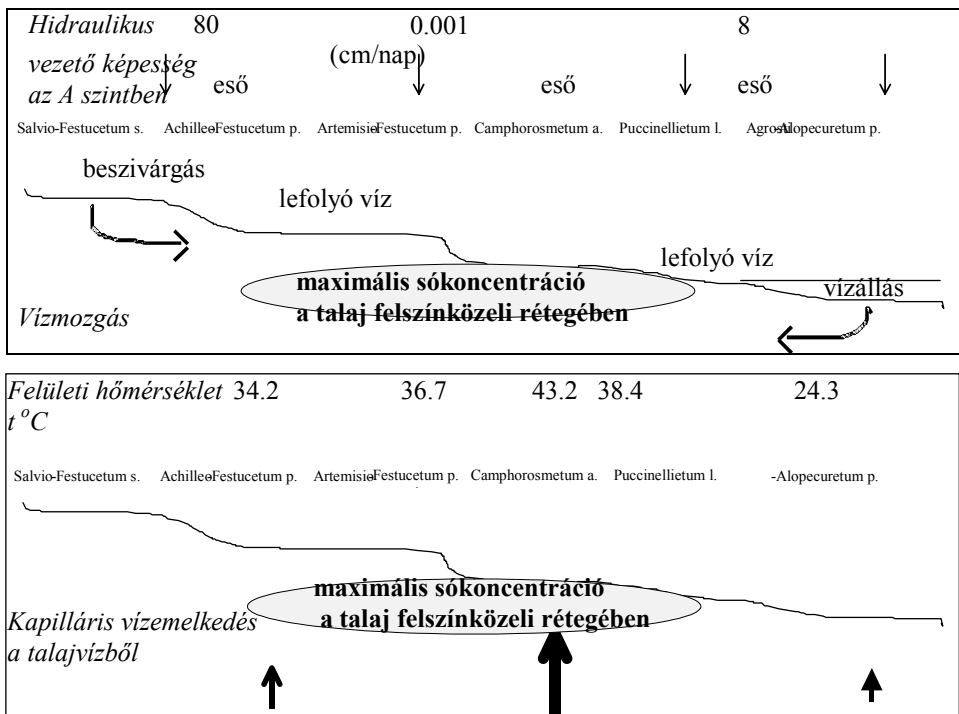
Tapasztalatunk alapján leginkább azokban a talajokon figyelhető meg sókivirágzás, amelyek legfelső rétegében a sótartalom az 1%-ot meghaladja. Ezek az igen sós talajszelvények szolonyeces talajok által dominált tájainkon rendszerint a mélyedések és a kissé magasabb területek közötti átmeneti övezetben foglalnak helyet (Tóth & Jozefaciuk, 2002).

A jelenség értelmezésére a megfigyelések alapján megalkottuk hortobágyi mintaterületünkön a sófelhalmozódás koncepcionális modelljét, ez száraz és nedves időszakokra az 1. ábrán látható.

Az 1. ábra alsó része mutatja, hogy a növényzet magasságával és a talaj növényborítottságával összefüggésben, száraz meleg időben a talajfelszín hőmérséklete szélsőségesen eltérő értékeket érhet el (Kovács & Tóth, 1988). A „kopár szik” (*Camphorosmetum annuae*) mintegy 20 °C-kal, a „füvespusztai” (*Achilleo-Festucetum pseudovinae*) talajfelszín pedig 10 °C-kal melegebb lehet, mint a „szikes réti” (*Agrosti-Alopecuretum*

pratensis) talajfelszín. Ez kedvez a párolgás által előidézett, a felszín felé irányuló oldat-áramlásnak és a felszínközeli sófelhalmozódásnak, a kopár foltokon pedig a felszíni sókivirágzások megjelenésének.

Az 1. ábra felső részén bemutatott nedves időszak folyamán a talajfelszínről jelentős mennyiségű beszivárgás csupán a „szikes réti” (*Agrosti-Alopecuretum pratensis*) és „füvespusztai” (*Achilleo-Festucetum pseudovinae*) talajszelvény esetén várható, mivel az „ürmöspusztai” (*Artemisio-Festucetum pseudovinae*) szelvény hidraulikus vezetőképessége igen kicsi, itt a felszínről a csapadékvíz lefolyik (szikpadka) vagy elpárolog. Ugyanakkor a „szikes réti” szelvény felett a csapadékvíz időről-időre összegyülekezik, jó része beszivárog, ennek az „ürmöspusztai” szelvény sótartalmára oldalirányban vízszaduzzasztó hatása van, majd a kialakuló vízállás miatt a talajvíz áramlásának iránya megfordul, és a magasabban fekvő szelvények felé irányul.



1. ábra. A sófelhalmozódás sematikus modellje a növényzet magasságeloszlása alapján.

Felső ábra: csapadékos időszakban. Alsó ábra: meleg száraz időszakban

Fig. 1. Schematic modell of salt accumulation on vegetation catena.

Upper figure: rainy period. Lower figure: warm and dry period

5. A sókivirágzások előfordulásának feltételei a feltárt talajszelvények alapján

A sókivirágzások olyan szoloncsák, szoloncsák-szolonycék és réti szolonycék típusokon fordultak elő, amelyekben a szikes talajvíz a felszínhez közel volt. Néhány jellemző sósóelőfordulási pont adatait az I. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat alapján megállapítottuk, hogy a sókivirágzások uralkodó anionjai összefüggést mutatnak a talajvíz mélységével, mivel a vonatkozó sók 20 °C-on megfigyelt oldhatóságával párhuzamosan a talált talajvíz átlagos mélysége növekedett. Ennek a jelenségnek a szemléletes magyarázata az lehet, hogy a telített zónából a kapilláris mozgás által a levegő-talaj határfelület felé elmozduló sók annál magasabbra juthatnak, minél nagyobb az adott sófeleség oldhatósága a talajoldatban, mert csak ez biztosítja, hogy a szárító hatású légkör közelében a só ne váljon ki teljesen már a talajban. A halit (a NaCl oldékonysága 26,4 g/100g oldat) esetében 250 cm-es talajvízszint esetén csupán egy megfigyelés volt. A thénardit (a Na₂SO₄ oldékonysága 16,1 g/100g oldat) esetében 9 megfigyelés mellett 172 cm volt a talajvíz átlagos mélysége. Azokban a mintákban, amelyekben a karbonátok voltak túlsúlyban (a Na₂CO₃ oldékonysága 17,9 g/100g oldat, a NaHCO₃ oldékonysága 8,7 g/100g oldat) 5 megfigyelés mellett 123 cm volt a talajvíz átlagos mélysége. Az átlagos talajvízmélység-adatok statisztikailag jelentős különbséget mutattak.

A sókivirágzás kémiai jellegétől függően különbséget mutatott a telítési kivonat átlagos pH értéke (pH_c) és a talaj felső rétegének átlagos szemcseösszetétele: a karbonát-ásványok jellegzetesen a homokosabb szövetű és legfelső szintükben nagyobb pH_c értékű (átlagosan 10) talajokhoz kötődtek. Ezzel szemben a szulfátásványok esetén a talajok szövete agyagosabb volt és az átlagos pH_c érték 8,5 volt.

Az összefüggések arra utalnak, hogy a homokosabb területeken van nagyobb esélye a karbonátásványok felszíni kiválásának. Az agyagosabb területeken a vízmozgás jelentősen lassabb, emiatt kicsi az esélye a kevésbé oldódó, a talaj vízvezetőképessége szempontjából rendkívül kedvezőtlen hatású lúgos kémhatású oldatok felszínközébe jutásának.

Amint Szendrei & Szakáll (2006, ebben a kötetben) megmutatta, a korábban, 1998 előtt jelzett sókivirágzások helyeken a talajvíz átlagos mélysége 84 cm volt (8 megfigyelés alapján számolva, a minimum 53, a maximum 127 cm). Az általunk, 1998 után folytatott adatgyűjtés során a talajvíz átlagos mélysége 161 cm volt (15 megfigyelés alapján számolva, a minimum 80, a maximum 250 cm) a II. táblázat adatai alapján. A talajvízszint a leginkább sós területeken süllyedő tendenciát mutat, és így a fenti okfejtés alapján magyarázhatjuk, hogy miért találunk a karbonátásványokhoz képest napjainkban több szulfátásványt a felszínen, mint korábban. A válasz a két ásványcsoport oldékonyságában rejlik. A karbonátásványok még azelőtt kiválnak a felszín felé igyekvő oldatokból, mielőtt a felszínre jutnának, és ezért a sókivirágzásokban a nagyobb oldékonyságú szulfát uralkodik. Korábban, amikor a talajvizek a felszínhez közelebb húzódtak, a talajvizekben domináló karbonát-hidrokarbonát ionok határozhatták meg a sókivirágzás összetételét. Arra vonatkozóan, hogy a talajvíz összetétele időben hogyan változott, vizsgálati eredmények nem állnak rendelkezésre.

A szikes talajok felszíne vagy ritkás növényezettel fedett (ennek összetétele függ a sókoncentrációtól és összetételtől) vagy „csupasz” felszín vagy sókivirágzások. Az erősen szikes talajok növényzetében jellegzetes különbségek figyelhetők meg a talaj só-

tartalmától, az uralkodó aniontól, a felszínközeli rétegek szemcseösszetételétől (homokosság-agyagosság), valamint vízellátottságától függően (Molnár & Borhidi, 2003).

I. Táblázat. Néhány jellemző sókivirágzás előfordulási adatai

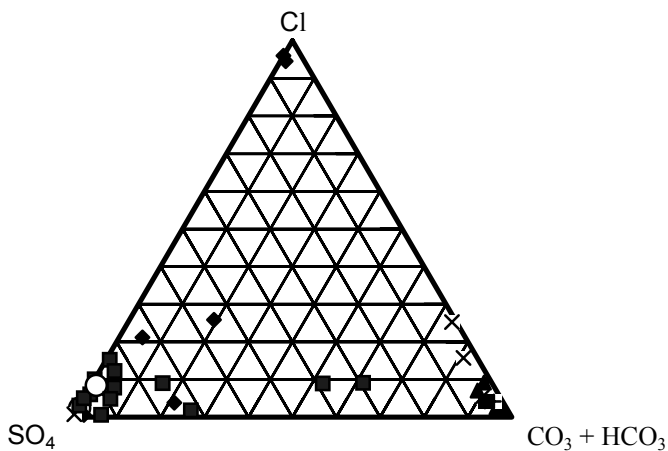
Table 1. Data of some characteristic salt efflorescences

Lelőhely (1)	Mintavétel időpontja (2)	Tájegység (3)	Talajtípus (4)	Talaj víz EC mS/ cm (5)	Talajvíz tükör- mélysége, cm (6)	A sókivirágzás ásványai (7)
Sarród	2000. VIII. 28.	Dunántúl	Szoloncsák	6	190	blődít 1%, gipsz ny.
Tata-2	2003. VII. 14.	Dunántúl	Humuszos vagy nyers öntés	3,3	172	thénardit ny., gipsz 6%
Dinnyés	2003. VII. 14.	Dunántúl	Szoloncsák	9,4	101	thénardit 22%,
Alap	2000. VIII. 24.	Dunántúl	Szoloncsák	10,8	200	thénardit 5% és 6%, gipsz-ny.
Apaj	2003. VIII. 5.	Duna-völgy	Réti szolonyec (kérges)	5,8	175	2002. V. 23-án thénardit 1%,
Mikla- puszta	1998. VII. 30.	Duna-Tisza köze	Szoloncsák- szolonyec	7,5	95	trona-10%, halit ny., thénardit ny.
Petőfi- szállás	2000. VII. 28.	Duna-Tisza köze	Szoloncsák	11,2	80	termonátrit 6%, trona 12% és 18%, gipsz-ny, halit, nahkolit
Kiskun- majsza	2003. VII. 15.	Duna-Tisza köze	Szoloncsák	13,5	171	2001.VIII.15-én trona 6%
Egerlövő	2000. VIII. 9.	Tiszától északra	Réti szolonyec (kérges)	1,5	180	thénardit 21%, gipsz ny., halit ny.,
Balmaz- újváros-2	2003. VII. 17.	Tiszántúl	Réti szolonyec (kérges)	9,4	154	halit ny., gipsz 1%, thénardit 25%, trona 1%
Hortobágy (Zám)	2001. VIII. 23.	Tiszántúl	Réti szolonyec (kérges, lefejezett)	8,1	250	2000. IV. 16. halit 50%, gipsz ny.
Hortobágy (Nyíróla- pos)	2003. VII. 13.	Tiszántúl	Réti szol- onyec (kérges)	4,1	176	thénardit 16%,
Konyár (Petrovits- lapos)	2003. VII. 16.	Tiszántúl	Szoloncsák	3,9	120	termonátrit 4%
Szabadki- gyós	1999. IX. 8.	Tiszántúl	Réti szolonyec (kérges)	4,9	204	thénardit 9% és 10%, gipsz ny. és 1%
Újfehértó	1999. VIII. 16.	Tiszántúl	Szoloncsák	4,7	150	natron 1%, termonátrit 2%, trona 2%, halit ny.

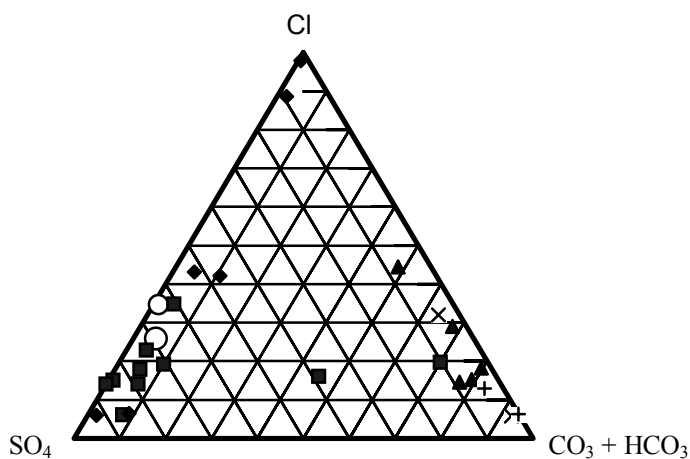
(1) Locality, (2) Date of sampling, (3) Region, (4) Soil type, (5) Electrical conductivity of groundwater, EC: mS/cm, (6) Depth of groundwater table: cm, (7) Minerals of salt efflorescences.

6. Összefüggés a talajvíz, a legfelső talajsztint és a sókivirágzások anionösszetétele között

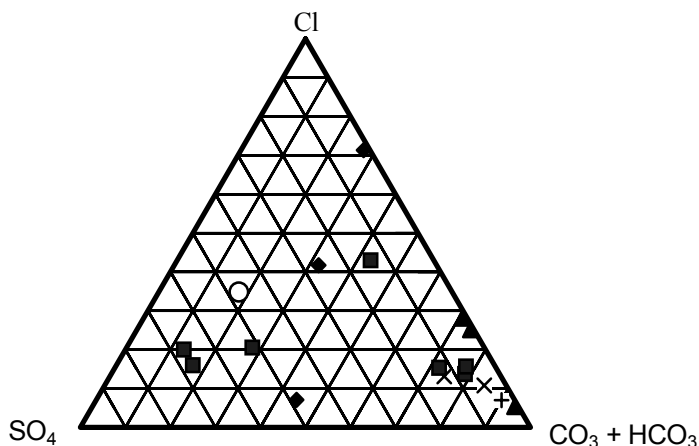
Vizsgálataink azt mutatták, hogy a sókivirágzások összetételéhez hasonló volt a legfelső talajsztint telítési kivonatának (azaz a szimulált talajoldatának) és a talajvíznek a kémiai összetétele. A 2. ábrán bemutatjuk a vizsgált minták anionösszetételét. Az ábra adatai között 10 helyszín kétszeri alkalommal, 3–5 éven belül ismételten meghatározott vizsgálati eredményeit is bemutatjuk. A kationösszetételben kicsi volt a változatosság, a minták döntő része nátriumos volt, ezért most ezt nem tárgyaljuk.



2 (a)



2 (b)



2 (c)

2. ábra. A sókivirágzások (a), a talaj felső szintje (b) és a talajvíz (c) anionösszetétele a sókivirágzások kémiai típusának függvényében. Az ábrákon a sókivirágzás típusa a következőképpen van jelölve: ■ szulfátos, ▲ karbonátos, x karbonátos-szulfátos, ◆ szulfátos-kloridos, ⊗ karbonátos-szulfátos-kloridos, + karbonátos-kloridos

Fig. 2. Relationship between salt mineral species and anion composition of salt minerals in efflorescences (a), of surface horizon of soil (b), of groundwater (c). Legend-anion composition of salt mineral association: ■ sulphates, ▲ carbonates, x carbonates-sulphates, ◆ sulphates-chloride, ⊗ carbonates-sulphates-chloride, + carbonates-chloride

A 2. ábra egyértelműen jelzi, hogy a talajvízből – a párolgás hatására – a talajfelszín felé törekvő talajoldat egyre homogénebb lesz az anionok összetétele szempontjából. A fenti ábrákon ezt a háromszögdiaagramok belsejének fokozott kiürülése jelzi. A karbonátos-szulfátos-kloridos minta esetén a talajvíz mindhárom aniont jelentős arányban tartalmazta, a felső talajszintben már nem volt karbonát, a sókivirágzásban pedig szinte csak szulfát fordult elő. Hasonlóan viselkednek a szulfát-kloridos minták.

7. A terepi vizsgálatok értékelése

A II. táblázatban mutatjuk be a terepi vizsgálataink során felkeresett helyeket és a pontok jellemző sajátosságait.

A táblázat első oszlopa a mintavétel helységét azonosítja a közigazgatási terület szerint. A mintavétel időpontját megadó oszlopok után a terepi tájékozódásra használt 1:100 000 méretarányú AGROTOPO térképlapok száma, illetve az azokon leolvasott EOV koordináták (m) szerepelnek. A pontosabb azonosítást szolgálják a következő oszlopokban megadott WGS 84 vetületű földrajzi szélesség és hosszúság koordináták azokban az esetekben, amikor ezeket mértük. Ezután adjuk meg a foltok AGROTOPO kódját (Várallyay, 1985). A tízjegyű kód első két száma a talajtípust jelöli. Többek között

14 = Alföldi mészlepedékes csernozjom, 16 = Réti csernozjom, 17 = Mélyben sós réti csernozjom, 20 = Szoloncsák, 21 = Szoloncsák-szolonyec, 22 = Réti szolonyec, 23 = Sztjeppesedő réti szolonyec, 24 = Szolonyeces réti talaj, 25 = Réti talaj, 26 = Réti öntés-talaj, 28 = Síkláp talaj. A sókivirágzásos foltok esetében a leggyakoribb folttípus a szolonyec volt. A konyári mintát tómederből vettük.

A harmadik számjegy a „Talajképző kőzet”-et jelöli, 1 = Glaciális és alluviális üledékek, 2 = Lössös üledékek. A leggyakoribb kategória a 2-es volt.

A negyedik számjegy a „Fizikai féleség”-et jelöli, 2 = Homokos vályog, 3 = Vályog, 4 = Agyagos vályog, 5 = Agyag. A leggyakoribb kategória a 3-as volt.

Az ötödik számjegy az „Agyagásvány-összetétel”-t jelöli, az 1–7 kategóriák főként illit-dominánsak, a 8-as szmektit-domináns. Eseteink legtöbbször illit-dominánsként voltak feltüntetve a térképeken.

A hatodik számjegy a „Talaj vízgazdálkodási tulajdonságai”-t jelöli, 3 = Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó-képességű, jó víztartó talajok, 6 = Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezetőképességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok, 7 = Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezetőképességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok. A leggyakoribb kategória a 7-es volt.

A hetedik számjegy a talaj kémhatását és mészállapotát jelöli, 2 = Gyengén savanyú talaj, 3 = Felszíntől karbonátos talaj, 4 = Nem felszíntől karbonátos szikes talaj, 5 = Felszíntől karbonátos szikes talaj. A leggyakoribb kategória az 5-ös volt.

A nyolcadik számjegy a „Szervesanyagkészlet”-et (t/ha) jelöli, 2 = 50–100, 3 = 100–200, 4 = 200–300, 5 = 300–400. A leggyakoribb kategória a 3-as volt.

A kilencedik számjegy a „Termőréteg vastagsága”-t (cm) jelöli, 3 = 40–70, 4 = 70–100, 5 = >100 cm. A leggyakoribb kategória az 5-ös volt.

A tizedik számjegy a „Talajértékszám”-ot jelöli, amit a $[(10 - \text{kód} + 0,5) * 10 \pm 5]$ képlettel számolhatunk ki. A sókivirágzásos foltok értéke legtöbbször kisebb, mint 10.

A következő hét oszlop mutatja, hogy a sókivirágzás környezetében milyen növénytársulás-típus van (+), illetve abban milyen helyszíni elektromos vezetőképesség érték (EC_a) mérhető.

A helyszíni elektromos vezetőképességet négyelektródos szondával mértük, és mS/cm értékben adtuk meg. 25 sókivirágzásos helyet 77 olyan nem sókivirágzásos helyszínnel hasonlítottuk össze, (ahol az irodalmi adatok alapján feltételeztük sókivirágzás előfordulását). Úgy találtuk, hogy a 0–40 cm-ben meghatározott vezetőképesség jelentősen különbözött, 4,8, illetve 1,7 mS/cm volt az átlagérték.

A növénytársulás-típusokat a következőképpen jelöltük: Cyn a *Cynodonti-Poetum angustifoliae* (lőszgyep), Ach az *Achilleo-Festucetum pseudovinae* (cickórós gyep), Art az *Artemisio-Festucetum pseudovinae* (ürmös gyep), Camph a *Camphorosmetum annuae* (vakszik), Pucc a *Puccinellietum limosae* (szikfok), Agrost az *Agrosti-Alopecuretum pratensis* (szikes rét), Bolb a *Bolboschoenetum maritimi* (szikes mocsár) állományoknak felel meg. A sókivirágzások döntő része a *Camphorosmetum annuae* növénytársuláshoz kötődik. Az esetek egyharmadában a sókivirágzások a nedvesebb *Puccinellietum limosae* társulásban fordultak elő.

II. Táblázat. A terepi vizsgálatok során felkeresett helyszínek jellemzői. (Magyarázat a szövegben)

Table II. Characteristics of sites of salt efflorescences (Explanation in text)

(1) Helység	(2) Év	(3) Hónap	(4) Nap	(5) AGROTOP térképlap	(6) EOV x	(7) EOV y	(8) Keleti hosszúság fok	(9) K hosszúság perc	(10) Északi szélesség fok	(11) É szélesség perc	(12) Folt kód	(13) Cynodonti-Poetum	(14) Ach-Fest	(15) Art-Fest	(16) Camphorosmetum	(17) Puccinellietum	(18) Agrosti-Alopecuretum	(19) Bolboschoennum
Kunhegyes 5	1998	7	21	68	774000	230000	-	-	-	-	1723562455							
Hortobágy	1998	7	27	69	820000	249000	-	-	-	-	2224174350		+	+	+	+	+	
Mikla-puszta	1998	7	30	35	658000	148000	-	-	-	-	2123275340			+	+			
Újféhértó	1999	8	16	79	849000	276000	-	-	-	-	2012275259					4.4		
Szabad- kigyós 1	1999	9	8	38	807000	142000	-	-	-	-	2223174450				9.4			
Konyár	1999	9	9	59	854000	224000	-	-	-	-	1423432553							+
Petőfiszállás	2000	7	28	36	714000	139000	-	-	-	-	2422463348		0.5				5	
Tiszánána	2000	8	7	67	763000	247000	20	32.826	47	33.773	2423562557				5.1			
Tarnaszent- miklós	2000	8	7	67	754000	246000	20	26.089	47	33.060	2224174350		1.5	8.1	8.9			
Egerlövő 1	2000	8	9	77	766300	265200	20	36.009	47	43.616	2225174450		0.3	+	3,1- 3,9			
Egerlövő 2	2000	8	9	77	766300	265800	20	35.706	47	43.600	2225174450		2	2	9.33			
Fertőújlak 1	2000	8	28	72	484200	262300	16	50.269	47	41.561	2012075359					1.21	+	
Fertőújlak 2	2000	8	28	72	484000	262200	16	50.253	47	41.581	2012075359					3.12	+	
Sarród 1	2000	8	28	72	482200	259000	16	48.807	47	39.813	2012075359						+	
Sarród 2	2000	8	28	72	482000	258000	16	48.726	47	39.238	2012075359					3.96	+	
Tata 2	2000	8	30	64	592900	254100	18	17.308	47	37.911	2613833356					0.43	+	

(1) Hélység	(2) Év	(3) Hónap	(4) Nap	(5) AGROTOPO térképlap	(6) EOv x	(7) EOv y	(8) Keleti hosszúság fok	(9) K hosszúság perc	(10) Északi szélesség fok	(11) É szélesség perc	(12) Folt kód	(13) Cynodonti-Poetum	(14) Ach-Fest	(15) Art-Fest	(16) Camphorosmetum	(17) Puccinellietum	(18) Agrosti-Alopecuretum	(19) Bolboschoenum
Apaj 1	2000	8	23	55	654000	194000	19	05.902	47	05.232	1723263455			0.533	+	1.23		
Alap 2	2000	8	23	44	620500	163500	18	39.491	46	48.929	2223475350			+	6.6	+	+	
Dinyvés 1	2000	8	24	54	612300	203700	18	32.903	47	10.651	2223475350			+	2	1.98	+	
Dinyvés 2	2000	8	24	54	613200	203020	18	33.768	47	10.854	2223475350				3.7			
Kistelek 2	2001	8	15	37	717000	124500	19	55.536	46	27.812	2122275348				7.1	8.8		
Kistelek 3	2001	8	15	37	717100	124500	19	55.597	46	27.795	2122275348				7	6.9		
Balmaz-újváros 1	2001	8	23	79	825000	265800	21	22.907	47	42.637	2224175350			+	0.89	+		
Balmaz-újváros 2	2001	8	23	69	824400	253200	21	22.108	47	36.359	2324565459			+	1.6	+		
Kiskunmajsa	2001	8	15	26	704500	126500	19	45.210	46	28.638	2122275340			+	9.4	+		
Biharugra	2001	8	16	49	843200	179900	21	34.942	46	56.236	2225174450			5.7	9.2	+		
Újsolt	2003	8	15	45	656000	170000	19	06.591	46	52.104	2122275340					+		
Tiszakécske	2003	8	7	47	732000	184500	20	07.461	46	59.794	2225275340		+		1.3	+		
Hajdúnánás	2003	8	8	79	822000	282600	21	20.930	47	51.866	2224174350			3.65				
Balatonszent-györgy	2003	6	5	32	510000	156000	17	16.492	46	41.340	2816082629							+

(1) Village of site, (2) Date: year, (3) Month, (4) Day, (5) Number of AGROTOPO mapsheet, (6) Coordinates of map according to the Hungarian Unified National Projection: EOv x, (7) EOv y, (8) East longitude: degree, (9) East longitude: minute, (10) North latitude: degree, (11) North latitude: minute, (12) AGROTOPO Code including soil type etc., (13) Plant association of Cynodonti-Poetum angustifoliae, (14) Plant association of Achilleo-Festucetum pseudovinae, (15) Plant association of Camphorosmetum annuae, (16) Plant association of Puccinellietum limosae, (17) Plant association of Agrosti-Alopecuretum pratensis, (18) Plant association of Bolboschoenum maritimi.

Köszönetnyilvánítás

Tóth Tibor köszönetét fejezi ki az OTKA 37731 és T37364, az OM–00124/2001.–NKFP/4 kutatási témáknak és a Kiotói Egyetem Talajtani Laboratóriumának, hogy támogatták az összefoglaló elkészítését.