

HALMOS LÁSZLÓ

# Magyarország tengerei, a szikes tavak

A szikesedés rendkívül összetett folyamat, mely a világ számos táján előfordul. Kialakító tényezői között a legfontosabb a talaj vízháztartása és a klimatikus viszonyok. A szikesedés folyamatának lényege, hogy nátrium-sók halmozódnak fel a talajok, üledékek felszínközeli szintjeiben és a talajszerkezet jelentősen romlik (Bohn et al., 1985, McBride, 1994). A szikesedés létrejöttének hajtóerői lehetnek természetesek és antropogének egyaránt. Előbbi esetben védendő és fenntartandó természeti értékről beszélünk, míg utóbbi eset – főleg a mezőgazdaságban – problémaként kezelendő.

A sós állóvizek kategóriájában a szikes vizek vízkémiai tulajdonságaik alapján jól elkülöníthető csoportot képeznek. A szó szoros értelmében vett szikes tó csak néhány van Magyarországon, melyek közül a legnagyobbak a Velencei-tó és a Fertő-tó (Boros, 2002). Sokkal nagyobb számban fordulnak elő olyan időszakos állóvizek, melyek területét szikesedés jellemzi, azonban ezek az osztályozás alapján vizes élőhelyeknek minősülnek. A vizes élőhelyeket a tavaktól az különbözteti meg, hogy nem különíthető el parti és nyílt vízi rész a vízmélység alapján (Boros, 2002). Annak ellenére, hogy az alföldi szikes vizek nagy részét ökológiai értelemben nem nevezhetnénk tavaknak, mégis a köznyelvben a tó megnevezés terjedt el a leginkább. Az egyszerűség kedvéért e cikk is így hivatkozik ezekre a képződményekre.

A szikes tavak képződése három fő típusba sorolható (Boros, 2002). Az első a folyók lefűződő kanyarulatainak kiszáradása és elszikesedése nyomán jön létre (pl.: kardoskúti Fehér-tó). A második típus a szélbarázdák, azaz deflációs mélyedések elszikesedésével alakul ki (Kevein et al., 2000) (pl.: szegedi Fehér-tó). Ezek a medrek könnyen azonosíthatók például a Duna-Tisza közén, ugyanis az uralkodó széliránynak megfelelően elnyúlt tavakról van szó. A harmadik – Magyarországon ritkábban előforduló – típus a sztyepp-talak kategóriába tartozik. Jellemző előfor-

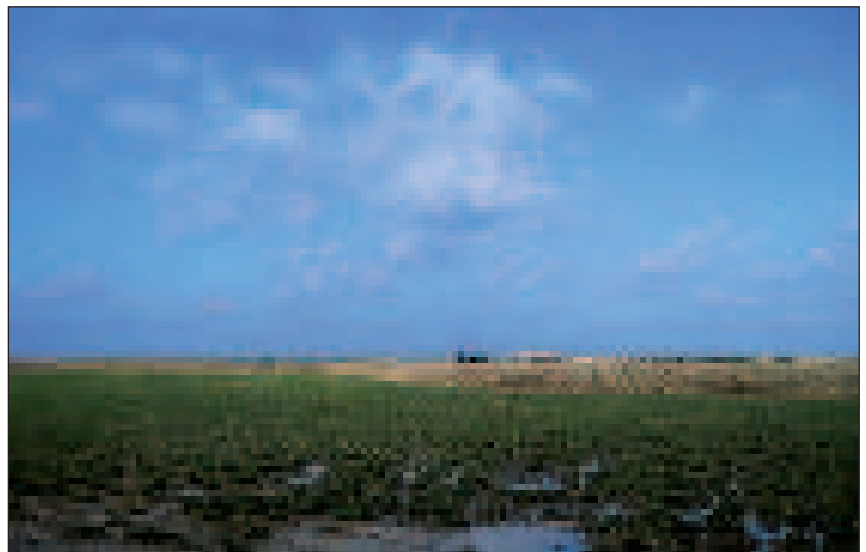
dulási helye a hajdúsági löszhátak térsége (pl.: Kerek-fenék). A sztyepp-talak medrei könnyen azonosíthatók, mivel partvonaluk szabályos kör alakú. Létrejöttükben a víz általi körkörös erózió és a lösz kémiai mállása játssza a főszerepet, mely berogyást eredményez.

## Szikes tavak a Kárpát-medencében

A Kárpát-medence két legnagyobb természetes szikes tavnán (Fertő- és Velencei-tó) állandó a vízborítás, míg ez sok alföldi szikes tó esetében nem igaz. A klasszikus szikes területek a medencejelleg miatt a Kárpát-medence mélyebb részein, Magyarországon a Duna-Tisza közén és

rásból származó víz több 10 cm-rel a talajszint fölé emelkedhet (pl.: kardoskúti Fehér-tó).

Vizsgálataink helyszínül két tipikus alföldi szikes tavat jelöltünk ki. Az egyik mintaterület a kardoskúti Fehér-tó, mely Orosházától 12 km-re DNy-i irányban található (1-2. ábra). A Körös-Maros közének legnagyobb tava az Ós-Maros hordalékkúpján található. A tömeder genetikáját tekintve két részre osztható. Ez a két rész földtani felépítését és hidrológiáját tekintve eltér egymástól. A másik kijelölt mintaterület a szegedi Fehér-tó (3. ábra), mely a Kiskunság nagytáj déli határán, a Dorozsma-Majsai Homokhát kistáj részét képezi. A Fehér-tó elnevezés valójában halastavak rendszerét jelöli manapság. A Szegedtől északnyugati irányban fekvő tó 14 km<sup>2</sup>-es ki-



1. ábra. A kardoskúti Fehér-tó

a Tiszántúlon találhatóak (pl.: szegedi és kardoskúti Fehér-tó, Sós-tó, Konyári Kerek-szik). Ennek oka, hogy a felszín alatti vízáramlás mely a hegységperemi beszivárgással indul, a medence mélyebb részein tör a felszínre (Mádlné Szőnyi et al., 2005). A felszínre törés sokszor szó szerint értendő, ugyanis olyan erős feláramlás alakulhat ki, hogy a talajvízfor-

terjedésű és közel 200 km<sup>2</sup>-es a vízgyűjtője. A tórendszer két nagy egységből áll. A nyugati tömeder az ősi Fehér-tó, míg a keleti meder a korábbi – a vízrendezések előtt a Tisza által rendszeresen elöntött – szikes mocsár területén helyezkedik el.

Mindkét tó kiemelt természetvédelmi terület és a Ramsari Egyezmény előírásai vonatkoznak rájuk.

## Miért fontosak a szikes tavak?

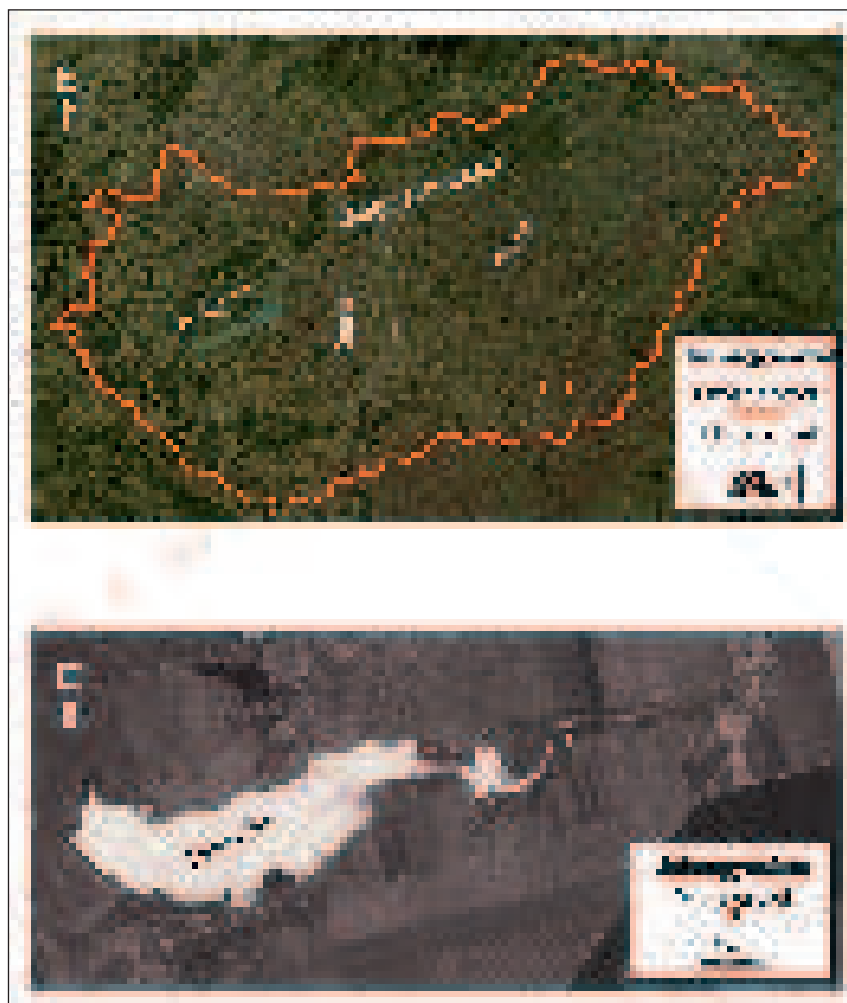
A szikes tavak egyedülálló ökológiai és környezeti rendszerek, Magyarországon védett természeti értékek. Rendkívül érzékeny ökoszisztéma jellemzi ezeket az élőhelyeket, sérülékenységük a fajok specializáltságának köszönhető, ugyanis többségük máshol elő nem forduló, sótűrő, sókedvelő élőlény. Nagy részben ez a különleges ökoszisztéma a címadás oka is, hiszen sok, szikeseiken honos növény és állatfaj legközelebbi rokona tengerparti, illetve tenger melléki sós mocsarak és lagúnák lakója (Boros, 2002). Nem elhanyagolható tény, hogy egyes vonuló madárfajok – melyek vándorlása és telelése tengerparti élőhelyekhez kötött – sokszor Magyarország szikes tavainak területén találnak menedéket. Európa egyes, jellemzően tenger melléki környezetet kedvelő madárfajai szigetszerű közép-európai populációinak fészkelőhelyét jelentik az Alföld szikesei.

A szikes tavak nemcsak egyedi ökoszisztémájuk miatt fontosak, hanem a múltban az alföldi ember számára nyersanyagforrással szolgáltak. A kiszáradó mederfenéken száraz időszakban kivirágzik a sziksó. A sziksót, más néven szódát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a kiszáradt felszínről összegyűjtötték és háztartási tisztítószerként széles körben használták a kora középkorban (egyébként manapság a környezettudatosság terjedésével természetes tisztítószerként újra reneszánszát éli). A XIV. században megjelent a szappanfőzés, amelyhez egyik fontos hozzávalójaként, a sziksót egészen az 1930-as évekig alkalmazták.

A másik – szikes tavak által szolgáltatott – fontos nyersanyag a tavi karbonát. Főként a Duna-Tisza között található szikes tavakban képződik. Ezek a képződmények világviszonylatban is ritkaságnak számítanak és jelenleg sem tisztázott pontosan, hogyan alakulhatnak ki felszíni körülmények között. A népi nevén darázkövek vagy réti mészköveként emlegetett tavi karbonátot több száz éve használják építőköként az Alföldön, ahol az ilyen jellegű nyersanyag egyébként csak hosszas és energiaigényes szállítással lett volna elérhető. Már a XI. század óta iparszerűen termelték ki a réti mészkövet a Duna-Tisza között. Számos dél-alföldi középkori templom (Ópusztaszer, Szeged, Kecskemét, Ellés, Csólyospálos, Kiskunmajsa, Alpár) alapozásához használták fel (Molnár et al., 1981).

## Geokémiai és ásványtani folyamatok

A Kárpát-medence szikes tavainak nagy része tipikusan asztatikus, azaz kiszáradó víztér. Ez azt jelenti, hogy a legaszályosabb időszakban teljesen kiszáradnak. A szikesekekben ez a száradási folyamat a felszín felé mozdítja el az oldott sókat, ame-



2. ábra. A kardoskúti Fehér-tó

lyek ott betöményedve kiválnak az oldatból és sókivirágzásokat hoznak létre.

A szikes vizekre és üledékekre sótartalmuk mellett igen erős, 9–11 pH értékű lúgosság jellemző. Az imént említett sók közül a szódabikarbóna és a sziksó egyaránt a szénsav nátrium sói, így lúgosan hidrolizálnak. Ez azt jelenti, hogy vízbe kerülve a  $\text{H}_3\text{O}^+$  és a  $\text{OH}^-$  ionok arányát utóbbiak javára tolják el. A folyamat könnyebb átláthatósága miatt a következő egyenletben szemléltetjük a jelenséget:

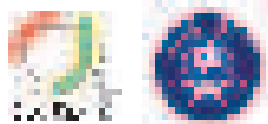


Az  $\text{OH}^-$  ionok koncentrációjának növekedésével a pH erősen lúgossá válik. Az egyenlet a lúgos közeg kialakulásának oka mellett szemlélteti a  $\text{HCO}_3^-$  felhalmozódásának folyamatát is a vízben.

A fenti folyamatok eredményeként alapvetően két fő típust különböztetünk meg a víz színe alapján; a fekete és a fehér szikes vizeket. A fehér szikes vizek szürkésfehér színüket a vízben lebegő kolloid anyagok-

tól kapják. A zavaros vízbe nem tud mélyre hatolni a napfény, így az ilyen jellegű vizek szerves anyag produktivitása alacsony. A fekete szikes vizekben az aljzaton szerves anyag halmozódik fel és a fény is mélyebbre hatol. A fekete és a fehér vizek egy időben, ugyanabban a tómederben is előfordulhatnak (Boros, 2002).

Mivel a szikes tavak kémiai karakterét az oldott sók határozzák meg, így röviden érdemes szót ejteni az általános összetételükről, illetve a felépítő ionokról. A magyarországi alkalikus, azaz lúgos karakterű szikesekekben uralkodóan jelenlévő kationok mennyiségük alapján csökkenő sorrendben a következők:  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ . Az anionok esetében nem lehet ilyen sorrendet felállítani, mivel koncentrációjuk területenként erősen változó. A szikes területek leggyakoribb anionjai a  $\text{HCO}_3^-$ , a  $\text{CO}_3^{2-}$ , sokkal ritkábban a  $\text{SO}_4^{2-}$  és a  $\text{Cl}^-$  ionok. A kationok között a sorrendiség is mutatja a  $\text{Na}^+$  meghatározó szerepét. A vízben oldható sók akár 99%-a is lehet  $\text{Na}^+$  vegyület. A legfontosabb ilyen sók a szódabikarbóna ( $\text{NaHCO}_3$ ), a sziksó



( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Glauber-só ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ritkábban a halit ( $\text{NaCl}$ ) (Szendrei és Szakáll, 2006, Pál-Molnár és Bazsó, 2007).

A tavak nyári kiszáradása kapcsán érdeemes szót ejteni egy már említett – világviszonylatban is ritka – képződményről, a réti mészkőről. A Duna-Tisza közének szikes tavaira jellemző, hogy medrükben karbonátiszap képződik. A téli időszakban e tavak az őszi-téli csapadék miatt hígulnak, a

tásának emelkedése miatt a karbonát kiválik a vízből és mésziszap formájában a mederben felhalmozódik (Molnár et al., 1981).

### Mi történik egy szikes tó üledékében?

A szikes tavak üledékének két nagyon fontos alap geokémiai paramétere van. Ezek a korábban már tárgyalt pH és az EC (electric

A fent említett mintaterületeken 8–8 alkalommal végeztünk mintavételezést egy éven keresztül. A mintavételi időpontok a területeken mért 100 éves csapadékmennyiségek éves eloszlása alapján jelöltük ki; három alkalommal tavasszal, három nyáron és kettő ősszel. A bolygatott mintavétel során egy méternyi fúrómagot emeltünk ki minden alkalommal ugyanazon földrajzi koordinátájú területről. A megfelelő mintaelőkészítést követően megmértük az üledékek pH- és EC-értékeit a felszíntől számított 1 m mélységben 5 cm-enként, emellett a szemcseösszetételt is meghatároztuk.

A vezetőképesség diagramokon azt látjuk, hogy az oldott anyagok eloszlását a felszín felé áramló víz alakítja ki (4. ábra). Az éves második csapadékmáximumot követően ősszel voltak mérhetőek a legnagyobb vezetőképesség értékek a szelvény felső 0-10 cm-ében a kardoskúti, 0-30 cm-ében a szegedi Fehér-tó esetében. A két területen felvett EC szelvények azonban jelentősen különböző tendenciákat mutatnak a mélyebb szintekben.

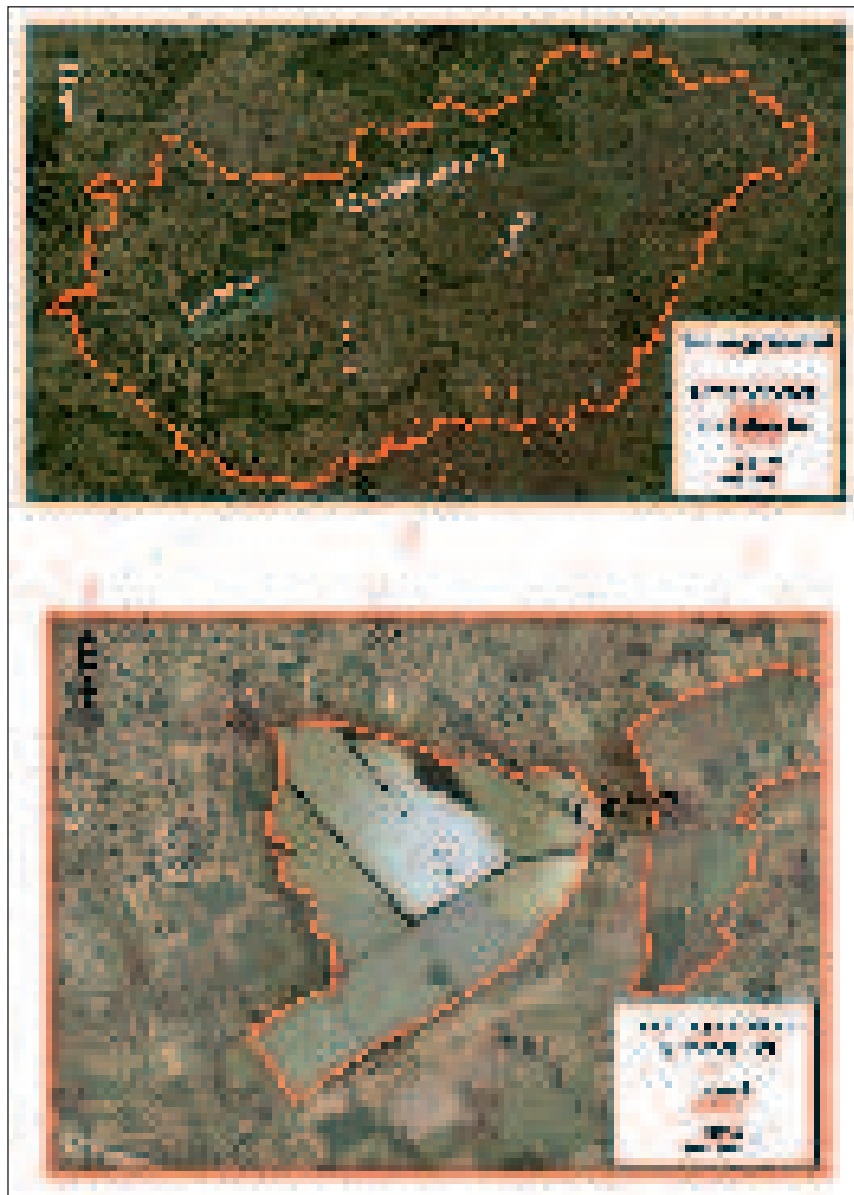
Kardoskúton magasabb vezetőképesség értékek voltak mérhetőek. A nyári adatok a szelvény felső 20 cm-ében elmaradnak az ősszel mértéktől, de e szint alatt nagyon hasonlóan alakulnak. A legnagyobb EC értékek tavasszal 15–80 cm között jelentkeznek. Ennek hátterében az áll, hogy a kardoskúti Fehér-tó egy erős kiáramlási zónában található és a környező magasabb területek felől a tavaszi hóolvadást követően a megnövekedett víztömeg nagy mennyiségű oldott anyagot szállít a területre.

A szegedi Fehér-tó EC értékei átlagosan 1–2 mS/cm-rel alacsonyabbak a kardoskúti Fehér-tó esetében mérteknél, tehát az üledékek előbbi helyen jóval kevesebb sót tartalmaznak. Az őszi és a nyári eredmények a tavasziak felett alakulnak. A szelvény teljes hosszában a mélységgel csökkenő tendenciát mutatnak az adatok úgy a nyár folyamán, mint ősszel. A tavasz során viszonylag kiegyenlített a trendvonal. Ennek oka az, hogy a kevésbé intenzív feláramlás szállít ugyan sokat a területre, de a durvább szemcseösszetételű üledékben a vízborítás miatt ekkor jobban homogenizálódik a szelvény sótartalma.

A pH tekintetében mindkét helyszínen esetében az összes mérési időpontban pH=10 feletti értékek jelentkeztek. A kémhatás ősszel a leglúgosabb, míg tavasszal a legalacsonyabbak ezek az értékek (4. ábra).

A kardoskúti Fehér-tó esetében 10–20 cm között a tavaszi pH-adatokban egy masszív csúcs jelenik meg, de ettől eltekintve minimális különbségek mutatkoznak a három különböző időszak pH-grafikonjai között. A 10–20 cm közötti anomália megfigyelhető az EC-diagramon is, ami alátámasztja, hogy só koncentrációról van szó.

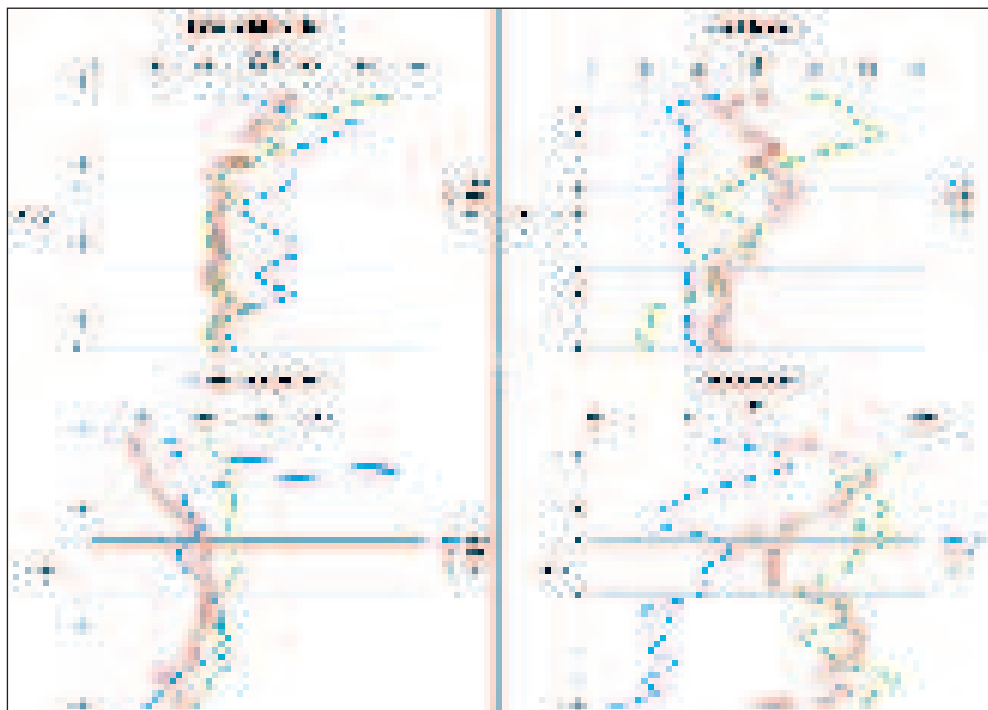
A szegedi Fehér-tó üledékeiben mért nyári-őszi pH-értékek egyaránt magasabbak a tavasszal mértékhöz képest. A tavaszi ada-



3. ábra. A szegedi Fehér-tó

kémhatás csökken, valamint a növényi asszimiláció hiánya és a disszimiláció is akadályozza a karbonát-képződést (téli a hidegebb vízben annyi  $\text{CO}_2$  szaporodik fel, hogy a karbonát  $\text{HCO}_3^-$  formájában van jelen). Tavasz végén, nyár elején a tó vizének fokozódó párolgása és melegeése valamint kémha-

conductivity=elektromos vezetőképesség; 1 mS/cm vezetőképesség ionösszetételtől függően ~500-700 mg/l oldott anyag tartalmaznak felel meg. Szikesnek nevezünk egy üledéket akkor, ha a belőle mért talajszuszpenzió vezetőképessége nagyobb, mint 2 mS/cm.



4. ábra. Az EC és pH értékek alakulása a mintaterületeken

tok a már említett homogenizálódás miatt alakulnak így. A durvább és ennél fogva porózusabb üledékben egyenletesebb oldott anyag-eloszlás alakul ki, így a betöményedés nem olyan erőteljes, mint a nyár és az őszi során. Az őszi magas értékek az összes esetben az éves második csapadékmáximo utáni intenzív kiszáradásnak köszönhetőek.

### Miért fontos?

A természetes szikeseket veszélyeztetzi az emberi tevékenység és a klímaváltozás. Előbbire jó példa, hogy sokszor a természetvédelmi terület mellett található szántóföldről a trágya átkerülhet a védett szikesre és ott lassanként sztyeppesedést okoz. Ugyanígy a Duna-Tisza közén az elmúlt 20–30 évben a talajvízszint jelentős süllyedését antropogén eredetűnek tartják (Szilágyi és Vorosmarty, 1993). A klímaváltozás is okolható a szikes tavak veszélyeztetésével, ugyanis telente rendszeresen elmarad a jelentősebb csapadék, így tavasszal nincs hóolvasás, mely feltöltené a szikeseket (Mika, 1988, Rakonczai et al. 2008). Ez azért probléma, mert a szikesek fenntartásához tartós vízfeláramlásra van szükség, hogy az oldható sókat a felszín közelébe szállítsa. Ha ez nem történik meg, akkor a szikes terület a felhalmozódó szerves anyagok bemosódása és a feltalaj átszellőzése, valamint a növényi aktivitás által sztyeppesedésnek indul, azaz lassanként elveszíti szikes jellegét.

Mint arról korábban szó volt, a szikes tavak védendő természeti értékeink, míg a mezőgazdasági területeken komoly gondot okoz a szikesedés. Ahhoz, hogy hatékonyan kezelni tudjuk ezeket a területeket, ismernünk kell a szikesedés lehető legtöbb sajátosságát, így a geokémiai tulajdonságait is. Erre a legjobb módszer, ha minél több, adatbázisba rendezhető információval rendelkezünk egy geokémiai modell megalkotásához. Jelen esetben a helyszínvizsgálás is ennek jegyében történt, ugyanis a kardoskúti Fehér-tó és a szegedi Fehér-tó eltérő genetikával rendelkezik, így eltérések mutatkoznak a területek földtanában és ebből kifolyólag alapvető különbségek vannak a geokémiai folyamatokban is.

A vizsgált mintaterületek tavasszal vízborítás alatt álltak, ezért tapasztalható a felszínhez közeli szintben a többi időszakhoz képest csökkent sótartalom. A kiszáradás nyár végéig tart, majd az őszi esőzések után emelkedik a legnagyobb értékekig az oldott anyagok mennyisége a felszínen.

Értelemszerűen, ha kevesebb az oldott sók mennyisége, akkor a kémhatás is kevésbé lúgos, azonban figyelembe kell venni, hogy a kapcsolat közöttük nem lineáris, hanem logaritmikus a pH fogalmából kiindulva.

A bemutatott mérésekből kiderül, hogy a két terület sótartalmában jelentősen eltér, ami feltételezhetően nem csak a területek földtani felépítésének különbségéből adódik, hanem a Duna-Tisza közén tapasztalt talajvízszint süllyedéséből, a mikromorfológiából és a növényzeti borítottságból.

### Irodalom

- Bohn, H.L., McNeal, B.L., O'Connor, G.A. (1985): Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó – Gondolat Kiadó, Budapest, 363p.
- Boros, E. (2002): Szikes Tavak. Környezetvédelmi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal. ISBN: 963 00 7168 1, 28.
- Kovács, A., Szolnoky, L., Timaffy, L. (1991): Anyagi kultúra 2. Kézművészet, Magyar néprajz III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 823p.
- Keveiné Bárány, I., Mucsi, L., Timár, B. (2000): A szegedi Fehér-tó állapotváltozásai. Az Alföld történeti földrajza. Nyíregyháza, 53-66.
- Mádlné Szőnyi J., Tóth J., Simon Sz., Pogácsás Gy. (2005): Felszíni és felszínalatti vizek kapcsolatának eredménye a Duna-Tisza közén. Általános Földtani Szemle 30, 93-100.
- McBride, M.C. (1994): Environmental chemistry of soils. Oxford University Press, New York, 406p.
- Mika, J. (1988): Regional features of the global warming in the Carpathian Basin. Időjárás 92, 178-189.
- Molnár, B., Szolnoky, M., Kovács, S. (1981): Recens hiperszalin dolomitok diagenetikai és litifikációs folyamatai a Duna-Tisza közén. Földtani Közöny 111, 119-144.
- Rakonczai, J., Bozsó, G., Margóczy, K., Barna, Gy., Pál-Molnár, E., (2008): Modification of salt affected soils and their vegetation under the influence of climate change at the steppe of Szabadkigyós (Hungary). Cereal Research Communications 36, 2047-2050.
- Szendrei, G., Szakáll, S. (2006): A talajfelszínen előforduló sókivirágzásokkal kapcsolatos ismeretek Magyarországon 1998-ig. In: Szendrei, G., Tóth, T. (eds.) (2008): A magyarországi szikes talajok felszíni sósványai. Topographia Mineralogica Hungariae IX., Miskolc, 33-46.
- Szilágyi, J., Vorosmarty, Ch. (1993): A Duna-Tisza közti talajvízszint-süllyedések okainak vizsgálata. Vízügyi Közlemények 75,3, 280-294.

Témavezetők:  
BOZSÓ GÁBOR, PÁL-  
MOLNÁR ELEMÉR

### Köszönetnyilvánítás

Dr. Bozsó Gábor publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.