

SZEMLE

Szikes talajok Latin-Amerikában

1964-ben Magyarországon, Budapesten, szimpóziumot rendeztek a szikes talajokról, a Magyar Tudományos Akadémia és az UNESCO rendezésében, amelynek fő célja a szódás szikesek keletkezésének és hasznosításának, valamint öntözésének megvitatása volt, végső célja pedig hozzájárulás ilymódon az emberiség életszínvonalának javításához.

Ugyanebben az évben, a Bukarestben megtartott VIII. Nemzetközi Talajtani Kongresszuson reaktiválták a Szikes Albizottságot, amelynek szervezésében a későbbiekben két szimpóziumot tartottak hasonló cíllal 1969-ben a Szovjetunióban, Örményországban, Jerevánban, 1972-ben pedig az Egyiptomi Arab Köztársaságban, Kairóban. Az Albizottság egyik legfontosabb feladata, legjelentősebb célkitűzése a Szikes Talajok Világtérképének elkészítése.

A szikes talajok elszórtan találhatók a Földön, különböző klímájú és különböző gazdasági feltételekkel rendelkező országokban. Latin-Amerika sem kivétel e probléma szempontjából. Sőt a természeti adottságok e kontinens nagy területein teszik lehetővé a szikes talajok keletkezését és egyre növekvő területi kiterjedését (elsősorban az öntözött területeken), amelynek következményei természetesen igen károsak, csökkentik az azelőtt termékeny talajok termékenységet, korlátozzák azok mezőgazdasági hasznosíthatóságát.

I. A szikes talajok problémája Latin-Amerikában

A szikesedés problémái általában szélsőségesen száraz és/vagy semiarid-subhumid éghajlatú vidékeken jelentkeznek. A latin-amerikai országok, főképpen Dél-Amerika és Mexikó, kisebb-nagyobb mértékben rendelkeznek ilyen természeti adottságokkal, ennél fogva várható itt a szikesek keletkezése, amely talajok úgy tekintendők, mint extenzív területek, amelyeknek mezőgazdasági pontenciálja a világon a legkisebb. Ennek a problémának a fontosságát mutatja az, hogy ezen országok

mindegyike és együttesen néhány millió hektár öntözött területtel rendelkeznek és ha az egész amerikai kontinentet tekintetbe vesszük, ez a szám még jelentősebb. Az utóbbi években megkísérelték, hogy kvantitativé és kvalitativé egyaránt meghatározzák ennek a problémának a nagyságát, amely iránt az érdeklődés évről évre nő, nemcsak nemzeti, hanem nemzetközi szinten is. Peruban pl. alapvető fontossággal bír ez a kérdés, mivel a tengerparti alluvialis folyóvölgyek legnagyobb része különböző szikes. Ezen területek 20%—80%-ban öntözöttek, amit 15 éve kezdtek a régen mezőgazdasági művelés alatt álló völgyekben és ezeknek a völgyeknek a mezőgazdasági termelését tekintették gazdaságilag a legfontosabbnak. 1969-ben, az első délamerikai szikes talajtérkép elkészítése alkalmából, csak öt országból álltak rendelkezésre adatok, amelyből azt a következtetést lehetett levonni, hogy némely délamerikai országban ezek a talajok csak részben ismertek, annak ellenére, hogy be vannak kapcsolva a mezőgazdasági termelésbe.

Jelenleg a latinamerikai országok közül néhány csak a jelenleg szikes területeket tudja hozzávetőlegesen megjelölni, mennyiségileg a szikes talajok területét nem tudják megadni az alapvető talajfelvételezések hiányában, annak ellenére, hogy sok szikes terület részben be van kapcsolva a mezőgazdasági művelésbe. Más országok, mint Peru is, jól látják, hogy a régen nagy termékenyséű területek közül soknak a termékenysége csökkenni kezd, a szódás szikesek kiterjedése gyorsan nő, és e fenyegető veszély miatt erősen nyugatalankodnak. A latinamerikai országokban nehéz a szikes talajok mennyiségét megbecsülni. A talajtani felvételezéseket, kutatásokat korlátozza a gazdasági támogatás hiánya, amely annak tulajdonítható, hogy a kormányzat sok esetben nem érti meg ezeket a problémákat, nem méri fel reálisan azok súlyát.

Ezeknek az országoknak a többségében a szikes talajok keletkezése leggyakrabban természeti okoknak tulajdonítható, mint amilyenek pl. a sók jelenléte az anya-

kőzetben, áradások, elégtelen drénviszonyok, intenzív evaporáció, amely a sóoldatok betöményedését és a sók felhalmozódását okozza a talajban és a talajvízben. A jelen század során azonban az ember maga is döntő oka a legtöbb talaj szikesedésének azzal, hogy újabb területeket kapcsol be az öntözésbe megfelelő vízelvezetés nélkül, túllöntözéssel, vagy gyenge minőségű öntözővízzel, vagy mindezen tényezők együttes hatásával.

II. Néhány tisztázandó fogalom a szikes talajokkal kapcsolatban

A) A szikes talajok folyadékfázisa

A vízben oldható ásványi alkotórészek a kőzetek mállása termékeként vannak jelen a talajban és mint a talajoldat alkotórészei fontos szerepet játszanak abban a környezetben, amelyben a növények élnek.

A szikes talajok kémiai összetétele érdekes jellegzetességeket mutat, amelyek vagy az összes ionok túl magas koncentrációjával és/vagy meghatározott elemek vagy vegyületek jelenlétével vannak összefüggésben, amelyeknek vagy közvetlenül (toxicitás) vagy a rossz fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságok előidézésén keresztül közvetve van kedvezőtlen hatásuk a talajra, illetve a rajta termesztett növényzetre. A szikesedés állapotának diagnosztikájában és általános gyakorlati célokból a talajok telítési kivonatának (saturation extract) elemzése a legelterjedtebb.

B) Kémiai összetétel

A szikes talajokban a nátrium (Na^+), kalcium (Ca^{2+}), magnézium (Mg^{2+}), kálium (K^+), klorid (Cl^-), szulfát (SO_4^{2-}), bikarbonát (HCO_3^-), karbonát (CO_3^{2-}), borát (BO_3^{3-}) és nitrát (NO_3^-) ionok nagyobb arányban találhatóak meg, mint a normális talajokban és a bór (B) ezekben a talajokban komoly problémát jelenthet és egymagában toxikusabb és károsabb hatású lehet, mint maga a szikeség. Így van ez pl. a perui déli tengerpart néhány völgyében, ahol előfordul, hogy a talaj börtartalma az 1000 ppm-t is meghaladja.

C) A sók hatása

Az oldott állapotban levő szervetlen sók kedvezőtlenül befolyásolják a talajnak, mint a növényi növekedés közegének, tulajdonságait, mégpedig két fő módon: 1. A talajoldat ozmotikus nyomásának növelésével és 2. A talaj kationkicszerelési kapacitása telítettségének növelésével.

Az a talaj, amely telítési kivonatának ozmózisos nyomása nagyobb, mint 1,5 bar (elektromos vezetőképessége nagyobb, mint 4 mmhos/cm) sósnak tekintendő, míg ha a kivonatban mért SAR-érték (Na adszorpciós arány) meghaladja a 10-et (ami megfelel kb. 15% kicserélhető nátriumnak), akkor a talaj alkáli talajnak tekintendő. Ezen az alapon osztályozzák a talajokat normál talajokra, illetve sós, szódás és szódás-sós szikes talajokra.

Ha a kicserélhető nátrium aránya megnövekedik, akkor a talaj diszpergálódik és a víz és levegő számára impermeábilissá válik. A permeabilitás csökkenése folytán növekszik a vízellátás utánpótlásának a nehézsége a gyökérszónában.

A talaj diszperz állapota folytán ugyancsak nehezebb megteremteni a művelt felső talajréteg kedvező feltételeit a magok csírázása és a növény növekedése számára. Az adszorbeált nátrium aránya (SAR) az alábbi egyenlettel definiálható:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

amelyben a Na^+ , Ca^{2+} és Mg^{2+} kationok koncentrációját milliekvivalens/liter-ben adjuk meg. A SAR-érték jól jelzi a nátrium veszélyt az öntözővizekben és jól alkalmazható a szódás szikesek diagnózisában és javításában, hisz a SAR-érték alapján — bizonyos empirikus összefüggések alkalmazásával [3] — következtethetünk a talaj kicserélhető Na^+ -tartalmára is.

Olyan talajokban, mint a perui Déli Part talajainak legtöbbje, ennek az egyenletnek az érvényessége kétséges és tanulmányozni kell a kicserélhető nátrium arány (SAR) változását, amely változást a gipsz oldhatatlan formában történő kiválása idéz elő a talajoldat koncentrációjának függvényében.

Néhány európai országban [13] általában elfogadják azt a tényt, hogy a vízben oldható sók, különösen a nátriumsók felesékek a szikes talajok nem kívánatos tulajdonságaiért és alacsony termékenységéért. A nátrium különböző sói közül a nátriumklorid, nátriumsulfát, nátriumbikarbonát és nátriumkarbonát játsszák a legfontosabb szerepet a szikes talajokban. Azt tartják, hogy a szikes talajoknak két fő csoportját kell megkülönböztetni:

a) Neutrális nátrium-sókat tartalmazó szikes talajok (nátriumklorid, nátriumsulfát).

b) Alkálisan hidrolizáló sókat tartalmazó szikes talajok (NaHCO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SiO_3).

Az első csoportba tartozó talajokat sós talajoknak, a második csoportba tartozókat alkáli talajoknak nevezték. A két fő típus nemcsak kémiai jellegében különbözik egymástól, hanem geográfiai elhelyezkedésében, geokémiai jellegében, fizikai, kémiai, fiziko-kémiai és biológiai tulajdonságaiban is. Azok a módszerek, amelyeket javításukban és mezőgazdasági hasznosításukban használnak, szintén különböznek. Magától értetődő, hogy a természetben a különböző nátriumsók nem teljesen elkülönítve fordulnak elő a talajokban. Az esetek többségében mégis vagy a semleges nátriumsók, vagy a lúgosan hidrolizáló nátriumsók gyakorolnak döntő befolyást a talajok kialakulásának folyamatára és a talajok tulajdonságaira.

1. Semleges nátriumsók hatása a talajra. A száraz, sivatagi és félsivatagi övezetekben a talajok legnagyobb része erősen sós, talajszelvényükben több-kevesebb vízben oldható sókat tartalmaznak, elektromos vezetőképességük: >1 , az uralkodó sók NaCl és Na_2SO_4 . A szovjet szakirodalomban a talajoknak ezt a csoportját kloridos szoloncsáknak, illetve szulfátos szoloncsáknak nevezik. A sós talajok főképpen ehhez a csoporthoz tartoznak. Általános szabály szerint ezek a talajok arid viszonyok között fordulnak elő, a világ kiterjedt száraz és félszáraz térségeiben, Észak- és Dél-Amerika nyugati részén. A NaCl és Na_2SO_4 akkumuláció különböző mértékben jelentkezik a talajszelvényben. Sok esetben olyan nagymértékű az elsődodás, hogy egy vékonyabb vagy vastagabb sókéreg képződik a talaj felszínén és különböző százalék só található a talajszelvény különböző szintjeiben. Amikor a sós pusztaakra hivatkozunk, nem is beszélhetünk kifejezetten talajokról, mivel azok az extrém módon sós formációk nem rendelkeznek a leglényegesebb tulajdonsággal, a termékenységgel. Világos, hogy a sós talajok minden tulajdonságát megszabja a nagy sótartalom. Ezekben a talajokban a talajoldat gyakorlatilag telített a sókkal, sőt a sók a szilárd fázisban is jelen vannak kristályos vagy nem kristályos formában. Ha ezek a talajok számottevő agyagfrakcióval rendelkeznek, akkor a talaj kolloid tulajdonságait is meghatározza a nagy elektrolitkoncentráció.

A különböző nátriumsók akkumulációjának általános geokémiai tendenciáját KOVDA és SZABOLCS [8, 13] tanulmányozták. Ezekből az a következtetés vonható le, hogy a nátriumsók összes mennyiségének növekedésével párhuzamosan a sem-

leges nátriumsók válnak uralkodóvá a talajban és a talajvízben. A semleges nátriumsókon kívül az alkáli földfémek szulfátjai és kloridjai is jelen lehetnek tekintélyes mennyiségben.

A semleges Na -sók hatására kialakult szikes talajok nem mindig tartalmaznak olyan nagy mennyiségű vízdoldható sót, hogy sókivirágzás jelenjék meg a talaj felszínén.

A sókoncentrációtól és a sók kémiai összetételétől függően különböző típusú sós talajok vagy szoloncsákok alakulnak ki.

Szabály szerint a sós vagy szoloncsák talajszelvényeknek nincsenek genetikusszintjei, az esetek többségében nem figyelhetők meg éles határok az egyes rétegek között, nehéz azokat morfológiailag elkülöníteni.

2. Lúgosan hidrolizáló nátriumsók hatása a talajra. Amikor a lúgosan hidrolizáló nátriumsókat tárgyalják az irodalomban és a gyakorlatban, általában a nátriumbikarbonát és a nátriumkarbonát hatását hangsúlyozzák. Azonban nemcsak ezekre a vegyületekre kell figyelmet fordítani, amikor arra törekszünk, hogy megvilágítsuk a talajban végbemenő folyamatokat. Világos, hogy a Na_2CO_3 -n és a NaHCO_3 -n kívül más lúgos hidrolízisre képes vegyületek is fontos szerepet játszanak az alkáli talajok kialakulásában. Hiányoznak még a megfelelő ismeretek ezeknek az egyéb vegyületeknek a természetére és dinamikájára, valamint a végbemenő folyamatokra vonatkozólag. Számos szerző, így GERROITZ [5], SIGMOND [11], KELLEY [6], KOVDA [7, 10], SZABOLCS [12], SZABOLCS és DARAB [13], ARANY [1], BOWER [3] rámutattak a talajban levő szilíciumvegyületek fontosságára, amelyek megtalálhatók a felületen ugyanúgy, mint a talajvízben és a szódás szikesek képződési folyamataiban. Bár általában elfogadott, hogy a szilíciumvegyületek, különösen azok, amelyek nátriumot tartalmaznak és amelyek lúgosan hidrolizálnak, fontos szerepet játszanak a szódás talajokban, gyakorlatilag nem végeztek erre vonatkozólag mindenre kiterjedő vizsgálatokat. A gyakorlatban használt kémiai vizsgálatok legnagyobb része arra irányul, hogy meghatározzák a szódában kifejezett lúgoságot.

Az egyéb lúgosan hidrolizáló vegyületek fontos szerepe a szódás talajok kialakulásában nincs még megvilágítva, bár lehet jelentőségük, annak ellenére, hogy a Na_2CO_3 uralkodó szerepe kétségtelen. A lúgosan hidrolizáló nátriumsók jelenléte esetén alacsonyabb a sókoncentráció, mint semleges nátriumsók jelenléte esetén. Annak ellenére, hogy az alkalinizációnak

ez a formája elsősorban 0,2–0,7 százalékos sótartalommal jár együtt, természetes körülmények között megfigyelhető ennél sokkal magasabb sókoncentráció esetén is. Sok esetben az anyaközet, (gyakorta harmadkori formáció) valamint a mállási és talajképződési folyamatok sajátosságai tekintélyes mennyiségű nátriumkarbonátot szolgáltatnak. Még gyakrabban a talajvíz tartalmaz ilyen anyagokat, s így fontos szerepe van a talajképződésben, mint a lúgosság fő forrása. A magas nátriumkarbonát tartalmú talajok keletkezése, mind Argentínában, mind Punoban (Peru) hidromorf folyamatok talajképződésbeni szerepével magyarázható.

Viszonylag nedvesebb viszonyok között a természetben nagy területeken keletkeznek karbonátos típusú szikes talajok.

D) A szikes talajokra jellemző néhány fogalom európai és amerikai megközelítése

Az 1964-ben Budapesten tartott szimpóziumon KOVDA [7] beszámolt a szóda (nátriumkarbonát és nátriumbikarbonát) eredetére és az akkumulációjára kedvező feltételekre vonatkozó vizsgálatairól, amelyből kitűnt, hogy megfogalmazásában teljesen más talajokról van szó, mint amit pl. Peruban szódás talajnak ismerünk, tehát feltétlenül célszerű ezért a fogalmak tisztázása, pontos rögzítése.

1. Szódás-sós szikes talajok. Szódás-sós szikesek azok a talajok, amelyek gyökérvonájában a nátriumbikarbonát, illetőleg nátriumkarbonát mennyisége meghaladja az 1 mg_{eq}/100 g talaj HCO₃⁻-t, és pH-juk 8,5–8,6. Mindkét tulajdonság káros a termesztett növények legnagyobb részére. Évről évre világosabbá válik, hogy milyen sürgető ezeknek a talajoknak a megismerése, hisz:

a) A többi oldható sóval összehasonlítva a szódának van leginkább káros hatása a talaj agrofizikai tulajdonságaira és igen nagymértékben toxikus. Jelenléte a talaj igen alacsony természetes termékenységének okozója. Ezeknek a talajoknak a javítása és mezőgazdasági hasznosítása különösen nagy nehézségeket okoz.

b) Ezek a talajok általában a síkságok nagy termékenységgű és humuszos talajai között helyezkednek el, gyakran előfordulnak intenzív mezőgazdasági művelésű vidékeken és hátráltatják az egész terület megfelelő mezőgazdasági hasznosítását.

c) A sós-szódás szikes talajok területi terjedése reális veszélyt jelent, elsősorban az öntözött vidékeken (másodlagos szikesedés). A szóda akkor is megjelenhet, ha az öntözésre használt vizek bizonyos mennyiségű szódát tartalmaznak, de akkor is ha csupán nagyobb mennyiségű nátriumkloridot és nátriumsulfátot. Ez

utóbbi esetben — GEDROITZ megállapításai nak megfelelően — a szikesedésnek olyan típusa megy végbe a szódás szikesek kimosása és sótalanodása eredményeképpen, amely végeredményben gipszmentes szolonyec formákhoz vezet. Már GEDROITZ rámutatott arra, hogy a szódás szikesek elterjedése katasztrófális jelleget öltött a világ számos országában; Amerikában például Argentínában, az Északamerikai Egyesült Államokban és Kanada néhány vidékén.

A fentebb említett okok folytán ezeket a talajokat úgy kell tekinteni, mint a jelenleg legfontosabb problémák egyikét.

A jelen időig egyes kutatók úgy vélték, hogy a szódás-sós szikes talajok csak a sztyeppe és az erdős sztyeppe zóna jellemzői és több változatot és szélesebb skálát képviselnek a sófelhalmozódási folyamatok északon. A szódás-sós szikesek kialakulását más természeti zónákban azzal magyarázzák, hogy a szóda természetes úton szállítódott oda más helyekről [2].

Már régóta bebizonyosodott, hogy a szódás-sós szikesek szélesen elterjedtek az egész világon és különböző klimatikus viszonyok között találhatók [8].

Amerikában ezek a talajok Észak-Amerikában elérik az északi sarkkört és Dél-Amerikában közeledve az Egyenlítőhöz néhány esetben elérik a déli szélesség 40°-ot; megtalálhatók különböző klimatikus környezetben kivéve a kifejezetten humid viszonyokat, ahol az oldható sók akkumulációja lehetetlen. Ezek a talajok igen gyakran humuszos fekete talajokhoz kapcsolódnak, amelyek a klimatikus viszonyok szerint lehetnek: csernozjomok, brunozjomok, vertisolak, planosolak és más talajok.

A szódás-sós szikes talajok általános törvény szerint többnyire hidromorf viszonyok között fordulnak elő, képződésük felszínközeli 1–3 m talajvízszinttel alkális és gyenge mineralizációjú talajvízzel kapcsolatos. Amikor a talajvízszint megszűnik befolyást gyakorolni ezen talajok képződésére, azok igen gyorsan elvesztik szódátartalmukat és erős lúgosságukat, de a szódafelhalmozódás jelenlétének egyéb jelei, — a tömődöttség, az agyagfrakció montmorillonitos összetétele — még elég hosszú ideig megmaradnak.

A szódás-sós szikesek akkumulatív topográfiai viszonyok között keletkeznek, igen régi alluviumokra, elégtelen lefolyású folyódeltákra, folyók vagy tavak teraszaira, hegyek lejtőire és töméllekkúpjaira korlátozódnak. A szódás szikes talajokat a talajvíz hozza létre, amelynek ásványi só tartalma körülbelül 0,5–5 g/liter

között van. KOVDA [8, 9, 10] volt az első, aki rámutatott arra, hogy ilyen koncentrációtartományban a talajoldat és a talajvíz összetétele általában Ca-Na hidrokarbonátos.

Ezt később számos kutatás igazolta. 2. *Alkáli talajok.* BOWER megkísérelte összegezni ezen talajok származását és tulajdonságait, rámutatott arra, hogy a szódás talajok általában akkor alakulnak ki, ha a talajképző kőzetre olyan víz hat, amelyeknek SAR értéke a normálistól eltérő [5], illetve a HCO_3^- ionok arányának dominanciáját jelzi. Ezek a talajok felszíni és felszínalatti vizek, vagy azok egymással összefonódott hatása alatt egyaránt létrejöhetnek. Azt a tendenciát, hogy a víz szódás talaj képződését idézi elő, szódásító képességnek nevezzük. Az a szint, amelyre a talajvíz SAR értéke és a talajképző kőzet ESP értéke nő, amikor szódásító hatású vizek hatnak rájuk, különböző tényezők komplex kölcsönhatásától függ:

a) A beszivárgó víz SAR értéke.
b) A beszivárgó víz evapotranspiráció következtében fellépő térfogatcsökkenésnek mértéke.

c) A CaCO_3 és esetenként a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kicsapódása a vízből a térfogatcsökkenéskor.

d) A kalcium, magnézium és nátrium kioldása a talajásványokból beleértve a CaCO_3 -t, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -t és az elsődleges szilikátokat. Amilyen mértékben a víz térfogata csökken a talajban az evapotranspiráció folytán (kezdeti térfogat / vég-térfogat), annak a faktornak a négyzetgyökével nő a SAR.

Ha a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ és a CaSO_4 oldódása a víz térfogatának csökkenése folytán csökken, a talajvíz SAR értéke még nagyobb mértékben növekszik, hisz a Ca^{2+} ionok mennyisége jelentős mértékben csökken. Másrészt viszont a Ca és Mg oldódása a talajásványokból csökkenti a talajoldat SAR értékét. Különösen áll ez a gipszre ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). A talajképződés kezdeti állapotában levő talajképző kőzetek esetében az arid zónákban, az elsődleges szilikátok (főképpen a ferromagnézium ásványok és földlápátok) oldódása 3-4 mgé/liter $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ -t, azonban csak 1 mgé/liter Na^{+} -t juttat a talajoldatba; ha a talajoldat telítettsége $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -ra kicsi, úgy a talaj CaCO_3 tartalmának kalciumjából csak kis mennyiségek oldódnak.

Kvantitatíve azt még nem tanulmányozták, hogyan keletkeznek a szódás talajok a talajvíz felfelé történő mozgása következtében, de minthogy lényegében minden felfelé irányuló vízmozgás ténylegesen evapotranspiráció, a folyadékfázis térfogata csökken, a sók kicsapódását elő-

mozdító tényezők maximumra növekednek, az oldódást elősegítő tényezők minimumra csökkennek. Következésképpen olyan víz esetében, amelynek adott szódásító képessége van, a SAR a talajvízben, valamint az ESP a talajban gyorsabban, nagyobb mértékben növekszik, ha a vízmozgás alulról felfelé irányuló [3].

A latinamerikai országok legnagyobb részében megtalálhatók a szódás szikesek.

III. A szikes talajok eloszlása Latin-Amerikában

A) A latinamerikai szikesek

A szikesek bizonyos klímafeltételekkel, mégpedig a száraz és félszáraz zónákkal vannak kapcsolatban Latin-Amerikában: TANNEHILL (1947) Világtérkép szerint, amely a száraz és félszáraz zónákat tünteti fel, Latin-Amerikában széles körűen képviselve van ez a két övezet. Az UNESCO becslése szerint a száraz és félszáraz övezetek valamivel több, mint egyharmad részét foglalják el a világ területének, BONNET (1960) szerint mintegy 686 millió hektárt. Említett szerző arra is rámutat, hogy a szikes talajok nem kizárólagosan a száraz és félszáraz övezetekben fordulnak elő, hanem a humid zónák feltételei között is. Szikes talajok megtalálhatók a tengerpart mellett fekvő területeken is, ahol a tenger mozgásainak a hatása érvényesül. Ez az eset a Guayas partjainál, Ecuadorban sósvízű tavak környékén, a Dominikai Köztársaságban tavaknál és folyótorkolatoknál, valamint Peru északi részén, Ecuador déli részén és Argentínában. De a leggyakoribb eset minden latinamerikai országban az, hogy a talajfelszín mikrotopográfiája, az öntözővizek nem megfelelő használata, a nem kielégítő vízlevezetés, vagy magasvízállású források beszűrődése okozza a szikesedést. Ezek a talajok normális talajokkal együtt jelennek meg széles összefüggő területeken, vagy lokalizált foltokban, gyakran hidrológiai és topográfiai körülményekkel összekapcsolódva. Időben változnak és gyakran változik a sótartalmuk is, mégpedig viszonylag rövid időközökben és élénk évszakos szezonidőszakot mutat. A sótartalom a száraz évszakban nagyobb, gyakran felszíni sófelhalmozódás, sókivirágzás is megfigyelhető.

Becslések szerint mintegy 10 millió hektár szikes terület van Latin-Amerikában, amelyeknek legnagyobb része Argentínában, Bolíviában, Mexikóban, Peruban és Chilében található.

A mai időkig az országok legnagyobb része csupán arra volt képes, hogy részben

meghatározza helyileg a szikes területeit, de nem tudta sem kvalitatíve, sem kvantitatíve pontosabban meghatározni azokat annak ellenére, hogy a termések néhány országban, mint például Peruban is, 50%-os csökkenést is elértek e szikes területeken. Ha a termésnövekedést pénzre számítjuk át és megszorozzuk az érintett terület hektárainak számával, az nagy gazdasági és szociális visszhangot keltene ezen országok mindegyikében.

Abból a célból, hogy megismerjük a latin-amerikai szikes talajok eloszlását, kerestük a szakértők együttműködését a különböző országokban és az ő közreműködésük segítségével lehetségessé vált egy 1:5 000 000 léptékű térkép elkészítése, amelyben a lehetőségek szerint két kategória került elkülönítésre kémiai jellegzetességeik alapján:

a) E kategória talajaiban a szulfátok és a kloridok dominálnak (Sós talajok).

b) E kategória talajaiban dominál a kicsérélhető nátrium és/vagy a nátriumbikarbonát, és/vagy a nátriumkarbonát. (Alkáli talajok).

B) Szikes talajok eloszlása Latin-Amerikában

Jelen dolgozatunkban a szikes talajok eloszlását országanként vagy ország-csoportonként közöljük:

Mexikó. A száraz és félszáraz viszonyok uralkodó volta lehetővé tette a szikes talajok széles körű elterjedését az ország déli és északi részén, túlnyomóan a Csendes-óceán partja felé az északi zónában. Nem így van a középső zónában, ahol egy keresztirányú eloszlás tapasztalható a talajoknál, a Csendes-óceántól a Mexikói-öböl felé. Az elmúlt évtized kezdetén mintegy 750 000 ha szikes terület volt Mexikóban.

Az elmúlt évtized során publikált talajtérképek közül még egy sem tüntette fel ezeknek a talajoknak az eloszlását, sem a helyüket nem jelölte be, úgy vélvén, hogy a területek kicsinyek és csak helyi jelentőségűek van. Másrésről a vázlat léptéke (1:4 000 000) sem tette lehetővé a területi elhatárolást. Az újabb térképen azonban e szikes területek — Dr. C. E. BOWER, a Szikes Talajok Laboratóriuma (Riverside, California) igazgatójának értékes hozzájárulásával — már területileg is feltüntetésre kerültek.

Puerto Rico, Dominikai Köztársaság, Haiti és Kuba

BONETT, J. A. a szikes és szódás talajokról írt könyvében, 1960-ban, rámutatott arra, hogy a trópusi zónában Puerto

Ricotól délnyugatra, félszáraz övezetben elhelyezkedő Lajos völgyében és a Dominikai Köztársaság délnyugati részén, száraz és félszáraz övezetben elhelyezkedő Neiba völgyében ugyanúgy előfordulnak szikes talajok, mint a száraz zónában Haiti felé kiterjedő területeken. A Dominikai Köztársaságban található az Enriquillo tó, amelynek vize sósabb, mint a tengeré és fontosak a só és gipsz bányák. Kubában a szikesek kiterjedése nem jellegzetes, minthogy itt az uralkodó klímaviszonyok nem szedik azt kiterjedten lehetővé, ha csak nem igen lokalizált formában.

Közép-Amerika. A különböző szakvélemények szerint a szikesedés problémái itt jelentéktelenek, így rámutattak arra, hogy Panamában a nagy humiditás miatt a szikes talajok viszonylag kis területet foglalnak el. Gyakorlatilag a nagy sótartalommal kapcsolatos problémák geográfiaiilag a tenger befolyása alatt álló tengerparti területekre korlátozódnak. Talán ezt a képet lehet kiterjeszteni Közép-Amerika más országaira és a Karib-térségre is.

Argentína. Az 500 000 km² területű pampa vidék a legkiterjedtebb mezőgazdasági terület és itt vannak Dél-Amerika legtermékenyebb talajai, azonban a nyugati oldalon vannak sós glejes talajok is planosolok társaságában. A keleti pampákon találunk humuszos szolonyecceket, és a Délkeleti Pampán szolonyeccek vannak a *tozca* mellett. A Chaco-ban, meleg és száraz éghajlata miatt, bőven vannak elsődleges ásványok és oldható sók és a talajok szódás fűzésében fordulnak elő, a mélyedésekben planosolokkal, a magasabb részeken gesztenyebarna talajokkal együtt. A Peri-Pampán vidék, amely egy széles üledékes síkságon keletkezett és alluviális völgyek szelik keresztül, szintén magában foglal szikes talajokat, főként az alacsonyabb térségekben.

Argentína nyugati és keleti részének magas vidékein, a középső részen és Patagónia sztyeppéin nagyon gyakran lehet találni a depressziókban szolonesák szolonyec talajokat.

Az Andok keleti vidékén, amely a Gran Chaco mélyföldjei felé néz, azt megcsakítják, fontos völgyformációk vannak és viszonylag kiterjedt alluviális síkságok, amelyek talajai lokalizált területű szolonyecceket foglalnak magukban és potenciálisan sósaknak tekinthetők. A fennsíkon a szolonesákok sivatagszerű talajokkal fordulnak elő, barnaföldekkel és vöröses gesztenyebarna talajokkal, vörös sivatagi talajokkal, barna, vörösesbarna és szürke sivatagi talajokkal együtt, és széles sós pusztaságok vannak, amelyeket *salina*-nak és *solar*-nak neveznek.

Csak magában Buenos Aires tartományban 5 000 000 ha-ra becsülik a mélyföldek területét, amelyeknek 40—50%-át szikes területek alkotják.

A folyók közti területen a számítások szerint 1 000 000 hektár kisebb vagy nagyobb mértékben elszikesedett terület van. A tartomány északi részén 1 400 000 ha szikes területtel számolnak a *Cuñá boscosa* erdős vidékén, ahol a talajvíz sós.

Brazília. A rendelkezésre álló adatok arra engednek következtetni, hogy az ország különböző részein vannak szikes talajok, így Brazília északnyugati részén szolonyecék jelenlétét jelzik regosolokhoz és vertisolokhoz kapcsolódva, Floresta várostól északra és Bahia déli részén. A negyedkori hegylábi síkságtól keletre és északra ugyanezen területen legnagyobb-részt szolonyosodott szolonyec talajok fordulnak elő. Glejes sós talajok fordulnak elő Északkelet-Brazília átmeneti zónájának tengerparti részén, ugyanezen régióban az Atlanti-óceán alacsony tengerparti területein, amely területek magassága ritkán haladja meg az 50 m-t, a talajvíz szintje magas és gyakran sós; az uralkodó talaj a glej, a fejlettség különböző állapotaiban, friss lerakódásoktól és anaerob sós üledékektől kezdve egészen a szerkezetes kilúgzott talajokig, amelyeket a talaj biológiai aktivitása homogenizált. Gyakoriak a sós, humuszos glej talajok és az ún. *Ochrice* glej talajok is, gyakran sós altalajjal.

A Panama—Paraguay-jal határos vidéken mocsaras talajok vannak és ezekkel együtt fordulnak elő a szolonyecék.

Bolivia. A fennsík északi és középső vidékén kis területekre korlátozódnak a szikes talajok, rendszerint a síkságokon fordulnak elő. De a Fennsík déli vidékén, az ún. *Sivatagos fennsík*-on, ahol tekintélyes nedvességhiány van és az évi csapadék mennyisége nem több mint 100 mm, nagy területeket foglalnak el kiterjedt pusztaságok, amelyeket *Salares* (sós területek)nek neveznek és a rajtuk előforduló talajok sivatagi jellegűek.

A Központi Hegység (Sierra Centrál) déli vidékén a hegyek közötti völgyek, amelyek az Andok déli vidékének lejtőin alakultak ki, elvegyülnek az Altiplano sivatagi vidékeivel és a völgyek lábánál erősen szikes talajok alakultak ki.

A keleti síkságok déli részén, amely sok tekintetben hasonló Paraguay tenger-melléki vidékéhez, hosszú nedvesség-hiányos időszakoknak vannak kitéve a talajok, amelyeket rövid elárasztás időszakok követ. Itt a talajok jelentős mértékben sósak vagy sós-szódások.

Kolumbia. Mivel egy speciális térképlapon már feldolgozták a szikes talajokat Kolumbiában és részletesen tárgyalták azokat, néhány általánosságot lehet itt megemlíteni. A szikes talajok geográfiailag a Karib-tenger közelében és az Andok zónájának néhány völgyében fordulnak elő. Fiziográfiailag a Magdalena lapályon és a Rancheria, César Ariguani, Sinu és Bajo Cauca folyók völgyeiben helyezkednek el. Az Andok zónájában sós talajok találhatóak, valamint kisebb mértékben a Magdalena felső folyása völgyében, és a Chincamocha völgyében a Paipa és Sogamosa között. 300 000 ha-ra teszik a szikes talajok összes kiterjedését, a Guajira félsziget sivatagi talajait nem számolva. A talajok legnagyobb része szódás vagy sós-szódás.

Chile. A szikes talajok a Chile északi részén levő Aricától Santiagóig terülnek el, vagyis a 19. és 32. szélességi fokok között fekszenek.

Az érintett terület három, fiziógráfiailag jól jellemezhető zónát foglal magába:

1. A Tamarugal Pampa és az Atacama Sivatag.
2. Óázisok és völgyek.
3. Batuco-medence.

1. *Tamarugal Pampa és Atacama Sivatag.* Az ország legészakibb részén terül el, a Tarapacá és Antofagasta, valamint az Atacama provincia északi részén, a tenger színe fölött 900—1000 méter magasságban. Síkság, amelyet keresztirányban mély völgyek szelnek át. Ennek a zónának a mezőgazdasága kis óázisokra és völgyekre szorítkozik. Ezt a kiterjedt zónát két részre lehet osztani, ezek:

a) Aricától Antofagastáig. Ebben a zónában csaknem semmi csapadék nincs és tipikus az elsősodás. A tengerparton sűrű köd képződik, amely befelé hatol, ez viszi magával a sókat, amelyek azután kis mennyiségekben rakódnak le a talaj felszínére és idővel az elsősodáshoz vezetnek. Ez a köd, amely ebben a zónában olyan általános, a *Camanchaca* nevet kapta. A legrégebbi talajokat, amelyek a magasabb zónákban találhatóak, az jellemzi, hogy egy vékony réteg alatt szulfátok akkumulálódnak, amelyek kemény, vagy lágy és poros állapotban lehetnek. A fejlődés ezen szakaszával együtt jár a vörös színű agyagformáció előfordulása. Nagyobb mélységben ugyancsak találhatóak oldható sók, amelyek közül a kloridok dominálnak. Ez a réteg sztalaktitok formájában tartalmazza a sókat, amelyek egy 50 m mélységben található kemény sós rétegből indulnak ki. A tengerpart dombjain a leírthoz hasonló szelvények

fordulnak elő, bár vékonyabbak és a fejlődés kezdeti állapotában vannak. A mélyedésekben a sókoncentráció növekszik és a felszínen jelennek meg a sószlopok. A térképen úgy van jelezve, hogy a sós területek előfordulása gyakori ebben a térségben és ezek némelyike tekintélyes kiterjedésű (Salar de pintados).

b) Antofagastától Charal-Huascoig. Itt a csapadék átlaga 10–25 mm között van és ez már elég arra, hogy differenciálódást idézzen elő a tájban, mivel az erózió folyamatai intenzívebbek. A talajok hasonlóak az előbbiekhöz leírtakhoz, bár a só-tartalom dél felé haladva csökken. A sórétegek és a sós hardpanok ritkábbakká válnak, hogy átadják helyüket a sós színteknek. A vöröses talajok 2–3 cm-es felső rétegének szemcsés szerkezete van.

2. *Oázisok és völgyek.* A Dluta folyó völgyében és a Camaronos völgyében előfordul olyan sós talaj, amely az öntözővíz és a vízlevezetés elégtelensége miatt keletkezett. Az elsón bór problémák fordulnak elő.

A Calama térségben (Chile-Chiu-Lasana-Quillagua), az Atacama ősi medencében, a Copiapo és a Huasco folyók völgyében szintén jelentős probléma az elsósodás.

3. *Batuco medence.* Santiago városától közvetlenül északra terül el, évi csapadékmennyisége 300 mm és megfelelő vízlevezetés hiányában a talajok sósak, sószódások és szódások, ez utolsó a legnagyobb arányban. Leggyakoribbak az agyagos talajok.

Ecuador. Az ecuadori szoloncsákok helyileg elszigetelten fordulnak elő és kis kiterjedésűek. Oro tartomány partjain, Guayas és Manabi környékén a Csendes-óceán sós vizének hatására jöttek létre az óceán közelében levő, enyhe topográfiai depressziókban. A sós talajvíz kapilláris úton felemelkedik. A sókoncentráció olyan nagy, hogy minden vegetáció létezését megakadályozza.

Az Andok közötti félsivatagi zónában, 2000 méterre a tengerszint felett, a maximumán 3000 méter magasságú hegyek lejtőin, mély völgykatlanaiban, ahol a csapadék mennyisége mintegy 250 mm évente, meglehetősen hosszú rendkívüli szárazságú periódusokkal, a talajoknak egy olyan csoportja alakul ki, amelyeket barna sivatagi talajoknak neveznek. Könnyű mechanikai összetételűek, színük sárgás és gyengén sósak.

Guayanák. Az Atlanti-óceán partvidékén fekvő területeken identifikáltak szikes talajokat. Úgy látszik, hogy ennek alapvető oka a tengervízzel történő elárasztás. A szikes talajok itt hidromorf talajokkal együtt fordulnak elő.

Paraguay. A Chaco síkságtól keletre és délkeletre sós glejlek és pszeudoglejlek fordulnak elő, gesztenyebarna, vagy vörösbarna talajokkal együtt, amelyek a síkság gyengén emelkedő részein szolonycsesek.

E talajok legnagyobb része nagymértékben akadályozott vízlevezetésű, azonban, ha a vízlevezetés kissé jobb, akkor a kimosódás jelei mutatkoznak a felszínen.

A Chaco-tól északnyugatra, ahol a környezet határozottan száraz szubtrópusi, vörösbarna szolonycsesedett talajok fordulnak elő szolonyc, szoloncsák talajokkal, homokos regosolos dűnékkel és homokos alluviális talajokkal együtt, amelyek újabban alakultak ki és sósak.

A Chaco paraguayi szakaszának középső részén és délnyugati részének nagy területén vöröses-gesztenyebarna szolonycsesedett talajok foglalnak helyet.

Ezek közül a talajok közül némelyiknél szintén megtalálunk egy vékony, csaknem fehér, 2–5 cm vastagságú réteget, amely kimosódás által keletkezett. Ezek *degradált szolonycses vöröses gesztenyebarna talajok*, és gyakrabban fordulnak elő erdő mint rét vegetáció alatt.

A Panama–Paraguay térségben sík területeken találunk sós talajokat, amelyek planosolokkal együtt fordulnak elő. Itt a klíma jelentősen szárazabb, mint a brazil oldalon.

Peru. Még rövid idővel ezelőtt is a szikes talajok eloszlására vonatkozó ismeretek csak a tengerpartra, illetve az alluviális folyóvölgyekre, pampákra és síkságokra korlátozódtak, de most már leírtak ilyen talajokat a Titicaca fennsík nagyrészén, Puno és Cuzco között, a Vilcanota (Cuzco) völgyében és legújabbban az ország északi részének magas, száraz trópusi vidékén (Tarapoto) is. Az ötvennégy alluviális völgy mindegyike többé-kevésbé szikes, 10–80%-os mértékben, uralkodóan szódás-sós szikesekkel. Az újonnan öntözött területek kb. 20%-ban szikesek, ami azt jelenti, hogy megközelítőleg 600 000 ha művelt területet érint a szikesedés.

A pampákat és síkságokat illetően, amelyeket az újabb öntözések kiterjesztése során hasznosítanak, a talajvizsgálatok megállapították, hogy mintegy 90%-ban sósak és ezeket a területeket a térképen úgy tekintették, mint potenciálisan sós területeket. A Sierrában elhelyezkedő területek túlnyomóan szódások, míg a trópusi területek úgy látszik, hogy szódás-sós jellegűek (KOVDA elnevezése szerint).

Kísérletek történtek arra vonatkozólag, hogy ezeket a talajokat beilleszték a nemzetközi szikes talajosztályozásba, mivel a

jelenlegi beosztás nem teszi lehetővé pontos azonosításukat.

Megemlítendő, hogy ezeknek a völgyeknek a termése igen erősen csökkent, néhány esetben több mint 50%-kal, annak következtében, hogy elszikesedtek.

Uruguay. Uruguay mérsékelt meleg és mérsékelt nedves éghajlatú ország. Ennek következtében a sós talajok nagyon ritkán fordulnak elő, azokon a rossz víz-levezetésű területeken, ahol a tenger hatása érvényesült, vagy még érvényesül. Ugyancsak kis területeken fordulnak elő a tengerpart mentén, de felmérő becslésük csak két helyen történt meg, az ország keleti és délkeleti részén, ahol jelentőségük van. A keleti zónában sós és alkáli talajok vannak, az elsők egy szűk parti sávot képeznek, amely nem különíthető el a mocsaras résztől, amely az alacsony síkságon terül el, míg az alkáli talajok a középső és a magas síkságon találhatók. E talajok a sós glejtek csoportjába sorolhatók.

Bár semmiféle speciális vizsgálatot vagy kísérletet nem végeztek ezeknek a területeknek a termelésbe való visszanyerésére vonatkozóan, mégis úgy véljük, hogy az az elsősorban a terület általános drén-vízviszonyainak javításával oldható meg. Egyes változatainknak réteges agyagos szintjei vannak, többségük azonban közepes, sőt könnyű mechanikai összetételű és sok közülük szódás-sós. Vízevezetésük megoldása nehéz, amennyiben egy parti laguna rendszer mélyen fekvő síkságain található, amelyek zátonyok és teraszok képződése útján keletkeztek és ez helyi jellegű vízlevezető műveket tenne szükségessé.

A szódás talajok előfordulhatnak az ország bármely klímazonájában, különböző, általában azonban összetett ásványú kőzeteken, amelyekben nem fordulnak elő nagyon savanyú — gránitos, homokos — anyagok, sem nagyon bázikusak.

A szódás talajok a tájnak olyan helyein fordulnak elő, ahol változás áll be a lejtésben, vagy a talaj vízvezető képességében. Legfőképpen régi alluviális teraszokon fordulnak elő, planosokkal együtt, a zónák szerint változó arányban, de arányuk nő a vízlevezetés legfontosabb irányaiiban. Az 1—3% szódás talajú zónák megtalálhatók folyók közötti területeken és lejtőkön, rajtuk szolonyec, szologyos szolonyec és szology típusú szikes talajok fordulnak elő elsősorban — különböző más talajtípusokkal komplexeket alkotva.

Az ország különböző zónáira vonatkozó adatok igen különböző információkon alapulnak (részletes felvételezések, átvezetéses talajterképek, légifényképek interpretálása stb.).

Venezuela. Maracaibo vidékén a terület tengerszint feletti magassága kevesebb, mint 75 m, a klíma változó és az északi rész felszáráz formációiban szikes talajokat írtak le.

Az Andok közötti igen száraz völgyekben szolonyecok is előfordulnak, azonban a jelen időkhig még nem volt lehetséges térképszerű elhatárolásuk, és területük mennyiségi meghatározása.

Következtetések

Dél-Amerika Szikes Talajterképe alapján arra lehet következtetni, hogy hatalmas kiterjedésűek ezen a kontinensen azok a területek, amelyek szikeseknek tekinthetők, s tulajdonképpen mindegyik ország kisebb vagy nagyobb mértékben éri ennek káros hatását a termelésben. Ennek ellenére azonban az eddig elvégzett munkák csak jelezni engedik a problémát, de közülük kevés tudja mennyiségileg is meghatározni azt.

A szikes területek állandó növekedése a természetes övezetekben és kiváltképpen az öntözött területeken jelenleg egy egész sorát veti fel a kérdéseknek, amelyek eseténként meglehetősen összetettek és amelyeket ezért nemzetközi koordinációs szinten könnyebben lehetne megvilágítani és megtalálni reális és hatékony megoldásokat.

Irodalom

- [1] ARANY, S.: A szikes talaj és javítása. Bp. Mezőgazdasági Kiadó. 1956.
- [2] BAZILEVICH, N. M. I.: Geochemistry of sodic soils. Nauka. Moscow. 1965.
- [3] BOWER, C. A.: Origin, properties and amelioration of sodic soils. Agrokémia és Talajtan. Suppl. 18. 69—72. 1969.
- [4] DARAB, K. & FERENCZ, K.: Öntözött területek talajterképezése. OMMI Budapest. 1969.
- [5] GEDROITZ, K. K.: Selected works. Vol. 1. Vol. 3. Sel'hozgiz. Moscow. 1955.
- [6] KELLEY, W. P.: Alkali soils. Reinhold. New York. 1948.
- [7] KOVDA, V. A.: Soils of the USSR. Solonetz soils. AN. USSR. Moscow 1939.
- [8] KOVDA, V. A.: Alkaline Soda-Saline Soils. Agrokémia és Talajtan. Suppl. 14. 15—48. 1965.
- [9] KOVDA, V. A.: In: International source book on irrigation and drainage of arid lands in relation to salinity and alkalinity. FAO/UNESCO. 1967.

- [10] KOVDA, V. A.: Origin and regime of saline soils I—II. Acad. Sci. USSR. Moscow. 1946.
- [11] SIGMOND, A. A.: Hungarian alkali soils and methods of their reclamation. Berkeley, Univ. Calif. 1927.
- [12] SZABOLCS, I.: Salt-affected soils in Hungary. *Agrokémia és Talajtan. Suppl.* **14**. 275—290. 1965.
- [13] SZABOLCS, I.: The influence of sodium carbonate on soil forming processes and on soil properties. *Agrokémia és Talajtan. Suppl.* **18**. 37—68. 1969.
- [14] ZAVALETA, A.: Saline and alkali soils in Peru. *Agrokémia és Talajtan. Suppl.* **18**. 169—180. 1969.

A. ZAVALETA

Érkezett: 1972. júl. 10.