

## Megjegyzések dr. H. Franz „Adatok a negyedkori rétegződéshez és a szikes talajok geneziséhez a Hortobágyon és annak peremvidékén” c. tanulmányához

DARAB KATALIN

*Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest*

H. FRANZ tanulmányában [11] (Hortobágyon tett látogatása kapcsán) foglalkozik a geológiai viszonyok és a szikes talajok genezise összefüggésével. Vizsgálatai alapján arra a következtetésre jut, hogy az Alföldön a szikes talajok kialakulásának alapvető oka a talajképző kőzet nátriumtartalmú ásványainak mállása során képződő oldható nátriumsók felhalmozódása. Következtetéseket von le vizsgálataival kapcsolatban a szikes talajok genezisére, javaslatot tesz a szikes talajok osztályozására, megkülönböztetve a szolonyec és szology talajok „primer” és „szekunder” képződését. Tanulmányában lényegében azt hangsúlyoztatja, hogy a szikesedés oka a mállás folyamán helyben képződő nátriumsók ki nem lúgozódása. A szolonyec és szology talajok morfológiai sajátágaiból kiindulva feltételezi, hogy ezen talajok „A” szintje egy, az eredeti sós, vagy nem sós talajfelszínre történt utólagos ráhordás eredményeként alakul ki.

A Hortobágy területén a szolonyec talajok egy részének kialakulását a löszből és más finom üledékekből történt nátriumsók felhalmozódásra és az ezáltal okozott talaj átalakulásra vezeti vissza.

Tanulmányában tagadja a talajvizek szerepét a szikes talajok kialakulásában. Hortobágy térségében azonban a helyszíni geológiai folyamatok (nátrium tartalmú ásványok mállásának) elsődleges jelentősége mellett nem zárja ki annak a lehetőségét, hogy a szikes talajok kialakulásában a sótartalmú talajvizek is szerepet játszhatnak, azonban mint írja: „hogy mennyiben áll fenn valóban egy ilyenfajta behatás, azt a további vizsgálatoknak kell kideríteni”.

Nyilvánvalóan a szerző a talajok oldható sótartalmának a talajszelvényben való eloszlására, ezek mennyiségi és minőségi vizsgálatára, dinamikus változásának tanulmányozására gondol. A tanulmányból ilyen jellegű adatok hiányoznak.

Tekintettel arra, hogy a talajtani szakirodalomban a szikesedés és a víz kölcsönhatására vonatkozó — általános következtetések levonására is alkalmas — az utóbbi 60 év magyar talajtani szakirodalmában pedig a H. FRANZ által is tárgyalt területek szikes talajai vonatkozásában is sok irodalmi forrásmunka van [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 25, 26, 27, 29, 30, 35, 36] szeretném a szerző tanulmányát a szikesedés és víz, valamint a víz és sóforgalom összefüggéseinek vonatkozásában kiegészíteni. Szükségesnek látom ezt azért is, mivel úgy gondolom, hogy a rendelkezésre álló adatok nemcsak kiegészítik, hanem sok vonatkozásban módosítják is azt a képet, melyet a szerző tanulmányában — a szikesedést okozó nátriumsók képződésének egyik lehetséges útját vizsgálva — kialakított a szikesedés és a víz kapcsolatairól.

Mielőtt a talajok víz és sóforgalmának törvényszerűségeire, és ezeknek a szikesedésben játszott szerepére rátérnék, szükséges definiálni a szikes talajok fogalmát és vázolni azokat az általános feltételeket, melyek a szikes talajok kialakulásához vezetnek.

SZABOLCS [34] megállapítása szerint „szikes talajok alatt azokat a talajképződeményeket értjük, melyeknek kialakulásában és tulajdonságaiban a vízben oldható sók, mégpedig hazai viszonyaink között alapvetően a vízben oldható nátriumsók döntő szerepet játszanak. A szóban forgó nátriumsók vagy a talajoldatban oldott alakban vannak jelen, vagy pedig emellett a szilárd fázisban is.” SZABOLCS a szilárd fázisban előforduló nátriumvegyületek közé sorolja mind a talaj adszorpciós komplexumához kötött nátrium ionokat, mind a különböző mértékben oldódó kristályos, vagy amorf szilárd nátriumvegyületeket.

A fenti definíció alapján megállapíthatjuk, hogy a szikes talajok kialakulásának két alapvető feltétele van:

1. Sóforrás, amely a szikesedéshez szükséges nátriumsókat szolgáltatja.

2. Olyan körülmények és feltételek, melyek lehetővé teszik a nátriumsóknak a talajba jutását és esetleges felhalmozódását.

Már előljáróban le kell szögezni azt, hogy Alföldünkön a szikes talajok nagymértékű elterjedésének okát — ellentétben a sivatagi és félsivatagi zónákkal, ahol a szikesedés éghajlati és ezzel kapcsolatos geokémiai és talajképződési törvényszerűségekkel függ össze — nem az éghajlati tényezőkben, hanem az adott terület sajátos geológiai, hidrológiai és domborzati viszonyaiban kell keresni.

A szikesedést előidéző oldható sók forrásait az Alföld területén a következőkben osztályozhatjuk:

a) A helyszínen a talajképző kőzet nátriumtartalmú ásványainak mállása, és a mállás során oldható formában felszabaduló nátriumsók.

b) A mélyebb geológiai rétegekből és a mélységi vizekből a talajvízbe és a talajképző kőzetbe a vizek mozgásával bevitt oldható sók.

c) A talajvizekkel az adott területre, annak környezetéből szállított oldható sók.

d) A felszíni vizekkel a talaj felszínére vitt oldható sók.

e) A talajképződés során magában a talajban képződött nátriumsók.

Azt, hogy a lehetséges sóforrások közül melyiké a döntő szerep, sokszor igen körülmenyesen állapíthatjuk meg és a következők levonásához a geológiai, hidrológiai, geokémiai és hidrokémiai feltételek részletes elemzése és a vizsgált területek talajainak pontos sóprofiljának ismerete szükséges. Szívesen támaszkodnánk e kérdés tárgyalásánál H. FRANZ adataira, azonban néhány vizsgálati helyről adott kvalitatív jellemzés, a fenoltalcin reakció és a sósavas karbonát reakció alapján, valamint a szelvények néhány laboratóriumi kémiai vizsgálati adata ezt kovessé teszi lehetővé.

Vissza kell ezért térnünk a rendelkezésre álló irodalmi adatokhoz. Szükséges ez annál is inkább, mivel FRANZ tanulmányában levont következtetések az egész Alföldre és annak szikes talajaira vonatkoznak, adatai azonban csak a Hortobágy és környékének térségéből származnak.

Mint az Alföld geológiájával foglalkozók — elsősorban SÜMEGHY [28] — megállapították, a Tiszántúl az alföldi medence geológiailag és geomorfológiailag is önálló része. Fiaatalabb rétegei pleisztocén és holocén eredetű, rendszerint homokos, agyagos üledékek. FRANZ a szikesedés okát éppen ezen üledékek és elsősorban a löszrétegek nátrium-földpátjainak bomlásában véli megtalálni.

Az üledékek nátriumtartalmú ásványai közül a plagioklász földpátok előfordulásának gyakoriságára sajnos kevés, főleg talajtani jellegű irodalmi adat áll rendelkezésünkre. Az idevonatkozó irodalmi adatok megállapítása szerint az Alföldön a talajok és az anyakőzet földpát tartalma rendszerint alárendelt [16, 17]. Míg a környező hegységekben a nátrium- és kalcium-földpátok mennyisége a 60–70%-ot is elérheti, addig az Alföldön a homokos rétegekben a plagioklászok csak néhány %-ban fordulnak elő. A mennyiségi különbségeket éppen a földpátok nagy mállékony-sága okozza. Újabb vizsgálatok szerint [19] a Hajdúság löszös kőzetei esetében az előzőekben felsoroltakkal ellentétben jelentős szerepet játszhatnak a földpátok. Ezek az adatok a debreceni löszhát földpáttartalmáról meggyezni látszanak dr. H. FRANZ cikkében közölt adatokkal. A legfiatalabb üledékek, ezen belül a löszrétegek jelenlétét tekintve egyet kell értenünk azzal, hogy Tiszántúl egyes területein a szikes talajok sóforrását részben ezen rétegek ásványainak, s ezen belül elsősorban a földpátoknak mállásában kell keresni.

Mind az idézett tanulmány, mind más geológiai és talajtani munkák hangsúlyozzák azt, hogy a nátrium tartalmú földpátok mállásakor felszabaduló sók csak részben maradnak keletkezésük helyén, részben éppen a földpátokban gazdag rétegek jó vízáteresztő tulajdonsága miatt a mállástermékek kimosódnak, a talajvízbe jutnak, s a talajvízzel együtt mozogva másutt felhalmozódnak. Ez annál is valószínűbb, mivel az oldható sóknak a helyszínen a primer ásványok mállása során való képződése és felhalmozódása nem magyarázza kielégítően a szikes talajokban és az alattuk fekvő kőzetekben, valamint a talajvízben felhalmozódott gyakran igen jelentős sókészlet jelenlétét. Nem magyarázza az előbb említett feltevés a Tiszántúl talajtakarójának rendkívül összetett voltát sem és azt az ismert tényt sem, hogy a Tiszántúl szikes vidékein egymástól néhány méterre találunk szikes és nem szikes talajokat, sőt ezek komplex előfordulása is igen gyakori.

Ezért a sók forrásának eredetét vizsgálva, a geológiai sófelhalmozódás lehetőségeinek tanulmányozásánál szemléletünket bővíteni kell és vizsgáljunk kell az egész tájegységre vonatkozólag a mállás során felszabaduló oldható sók mozgásának és helyváltoztatásának lehetőségét.

Az Alföld, medence jellegénél fogva, sajátos vízrendszerrel rendelkezik, s olyan vízgűjtő medencének fogható fel, melynek felszínalatti vízei három forrásból, nevezetesen a nagy mélységből származó ún. juvenilis vizekből, a medencét körülvevő

1. táblázat

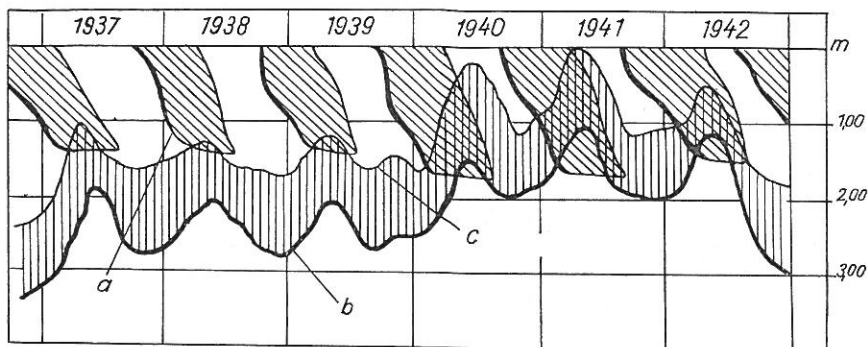
Közepes réti szolonyec talaj oldható sókészletének változása, (1953. XI—1955. X.)

(1) Mintavétel ideje	(2) A talaj 1,5 m-es rétegének oldható só- készlete t/ha	(3) A sókészlet változása a kilúgozás és felhal- mozódás időszakában t/ha	
1953. XI.	206	}	
XII.	177		
1954. I.	156		-115,8
III.	156,5		}
IV.	90,2		
V.	141,5		
VI.	137		
VII.	151		
VIII.	91	+ 92,5	
IX.	167	}	
X.	145		
XI.	183		
XII.	170		
1955. I.	224		- 15,5
II.	191,5	}	
III.	168		
IV.	196		
V.	207		
VI.	151		
VII.	181		+ 21
VIII.	183		}
IX.	138		
X.	189		

hegységek vizeiből és a csapadékvizekből táplálkoznak. A sóforrás tekintetében a fenti három vízutánpótlási lehetőség közül ki kell emelni a mélységi vizeket, melyek a felettük lévő rétegvizekkel és talajvizekkel érintkezve, azok oldható sótartalmát növelhetik [36]. A sóforrás szempontjából másik jelentős utánpótlást a környező helységekből az Alföld belseje felé mozgó rétegvizek és talajvizek jelentik. A talajvizek az Alföld medence jellegének megfelelően egy, a medence belseje felé mutató oldalirányú mozgással rendelkeznek. Az oldalirányban haladó talajvíz mozgása során feloldja az általa érintett rétegek oldható sókészletét, vagy annak egy részét, így az Alföld legmélyebb pontjai felé közeledve a talajvíz sótartalma egyre növekszik és a geokémiai sófelhalmozódás törvényeinek megfelelően

az oldható sók közül mindinkább a nátrium sók jutnak túlsúlyba. Ehhez járul az is, hogy a talajvizek mozgásának sebessége az Alföldre jutva lelassul és a víz a megfelelő réteggel hosszabb ideig érintkezik. Természetesen a talajvíz mozgás fenti általános tendenciája mellett a vizek mozgásának irányát megszabja a különböző-jellegű felszín alatti rétegek elhelyezkedése is. RÓNAI [21] a Tiszántúl talajvizeinek mozgását vizsgálva megállapítja, hogy a geológiai rétegzottségnek és a talajvizek lejtési irányának megfelelően a Tiszántúlon több talajvízgyűjtő medencét különíthetünk el.

A talajvizek minőségi összetételét tekintve ugyancsak RÓNAI [21] adataira kell hivatkozni, aki megállapítja azt, hogy É-ről délre haladva a talajvizek oldható



1. ábra

A talajvizek és beázási profilok a Hortobágyon 1937–42. években. (Mados nyomán)  
a) téli beázás szintje, b) talajvízszint, c) kapillaris vízszint.

sótartalma jelentősen nő. Így a Tisza–Szamos síkság talajvizei az esetek túlnyomó többségében kevés oldható só-tartalmúak, nagyobb só-tartalmúak a Nyírség talajvizei, azonban az uralkodó sók a kalcium és magnéziumhidrokarbonátok. Az előbbinél jelentősen nagyobb a Hajdúság és Hortobágy vidék vizeinek oldható só-tartalma. A Hortobágy vidékén gyakran találunk 2 g/l só-tartalmú talajvizet, de nem ritkán a talajvizek oldható só-tartalma eléri az 5–7 g/l-t is. A vizek kémiai összetételét tekintve kitűnik, hogy ezeken a területeken a nátriumsók túlsúlyra jutnak a kalcium és magnéziumsókkal szemben, az anionok közül pedig a hidrokarbonátok mellett előtérbe kerülnek a szulfátok és egyes esetekben a kloridok is.

A talajvízgyűjtő medencék elhelyezkedését, e területeken a talajvizek minőségét, valamint a szikes talajok előfordulási helyét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy közöttük bizonyos összefüggés van. A szikes talajok rendszerint a talajvízgyűjtő medencék területén, nagy só-tartalmú talajvizek együttes előfordulásával találhatók. Úgy gondolom, ez az összehasonlítás egyrészt alátámasztja azt a feltevésünket, hogy a talajvizek mozgásuk közben oldható sókban gazdagodnak, és a kőzetek mállásakor keletkező oldható sók jelentős részét a talajvízgyűjtő medencék felé szállítják. Másrészt a szikes talajok nagyterjedésű előfordulása a talajvízgyűjtő medencék területén utal arra, hogy a talajvízzel szállított oldható sók a szikes talajok kialakulásában jelentős szerepet játszhatnak.

Természetesen a szikes talajok só-készletének gyarapításához a fentiekén kívül hozzájárulhatnak a felszíni vizekkel a szikes medencékbe vitt sók, valamint a

talajképződés során a helyszínen képződött oldható sók is. Ez utóbbira ORLOVSKÍ [31], GEDROIC [12], hazai vonatkozásban pedig már MURAKÖZY [20] felhívja a figyelmet.

Kétségtelen azonban az is, hogy mennyiségét tekintve a sóforrások közül legjelentősebbek a geológiai folyamatok, a kőzetek mállásakor felszabaduló oldható sók és ezeknek adott területen való felhalmozódása a talajvízben és a talajképző kőzetben [9, 15].

Az oldható sók jelenléte a talajképző kőzetben azonban nem jelenti minden esetben szükségszerűen a szikesedés folyamatát. Ezek jelenlétét úgy tekinthetjük, mint a szikesedés potenciális lehetőségét, a szikes talajképződési folyamatok kialakulásának előfeltételét. Ahhoz, hogy szikes talajok képződjenek, szükséges az oldható sóknak a talajszelvénybe jutása és ott azok valamely formában történő felhalmozódása. Ezt alátámasztja az is, hogy a Tiszántúlon, így a Hortobágyon és környékén is, szikes talajokkal együtt, vagy azokkal komplexen gyakran találunk nem szikes, kedvező termékenységgel rendelkező talajokat, amelyek alatt, mélyebb rétegekben az oldható sók felhalmozódása kisebb, vagy nagyobb mértékben kimutatható.

Ahhoz, hogy a szikesedés potenciális lehetőségét képező oldható sók a mélyebb rétegekből a felső rétegekbe jussanak, szükséges, hogy a szikes talaj képződésének feltételei meglegyenek. A feltételek közül egyik legfontosabb az, hogy legyen olyan közeg, mely az oldható sókat a talaj rétegeibe szállítsa. Kézenfekvő, hogy ilyen közeg a víz. A magyar talajtani szakemberek már régen felismerték azt, hogy ha a szikesedés folyamatait akarjuk meg-

2. táblázat

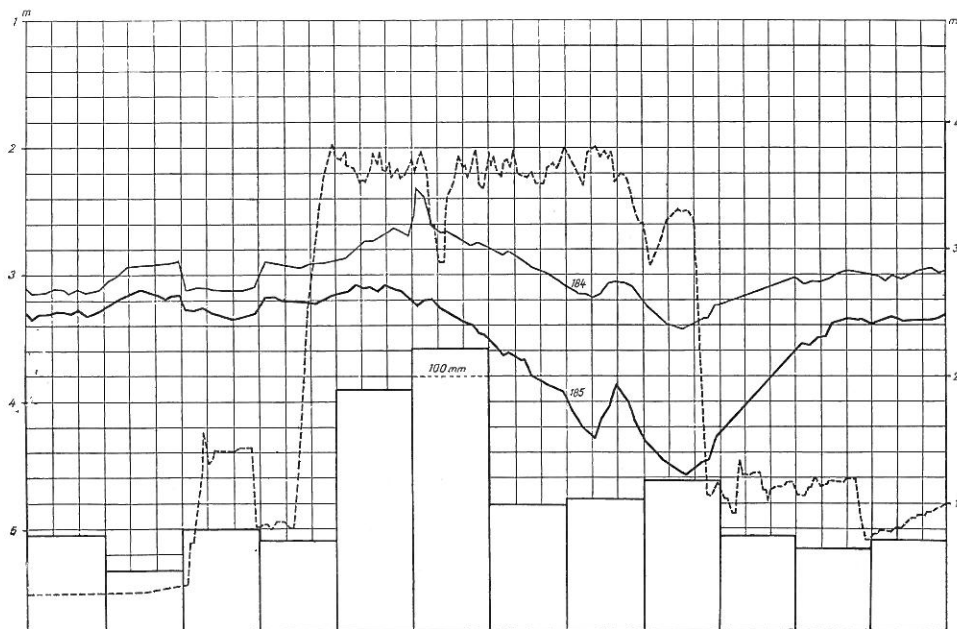
**Kérges szoloncsákos réti szolonyec só és nedvesség készletének változása (1956 V.—X.)**

(1) Mintavétel ideje	(2) A talaj 1,5 m-es rétegének	
	sókészlete t/ha	nedvességtartalma m <sup>3</sup> /ha
V.	151	4320
VI.	103	5670
VIII.	170	5500
IX.	103	6000
X.	65	6050

ismerni és nyomon követni, akkor a talajok vízforgalmát kell elsősorban megismernünk [3, 18, 23, 24, 25, 31, 33]. ARANY [3] a húszas évek végén éppen a Hortobágyon végzett vizsgálatai alapján jutott arra a következtetésre, hogy a víz és a só a talajokban együtt mozog.

Ezzel szemben néhány kutató [10, 22] így FRANZ [11] is azzal érvel, hogy a szikesedést nem idézheti elő a talaj felső

rétegeiben a talajvízzel szállított oldható só, ugyanakkor tagadják a szikes talajokon a kilúgzás lehetőségét is. Mindkét esetben a szikes talajok „B”-szintjének közismerten rossz vízgazdálkodási tulajdonságaira hivatkoznak. Valóban, ez a szint igen kedvezőtlen vízgazdálkodási sajátságokkal rendelkezik, benne a víz mozgása erősen lelassul, sőt egyes esetekben megáll. Nem helyes azonban ezt a szintet a vízforgalom szempontjából teljesen holt szintnek tekinteni. MADOS [18] Hortobágyon 1937–1942 között, 6 éven keresztül figyelemmel kísérte a talajvízszint változását, a víznek kapilláris mozgását, valamint a talaj felszínére jutott csapadékvizeknek talajszelvényben történő mozgását. Vizsgálatainak eredményeképpen (1. ábra) arra a következtetésre jutott, hogy a talajvíz kapilláris zónája az évek többségében összeér a téli beázás szintjével, előidézve az egész talajszelvény rendszeres átnedvesedését. A felszíni beázás és a kapilláris zóna találkozásának helye az évek során változhat a talajvízszint mozgásától és az évek csapadékos jellegétől függően. A közölt ábrán jól látható, hogy a kapilláris zóna a MADOS által



2. ábra

A talajvízszint és a Holt Körös szintjének változása, valamint az évi csapadékadatok a vizsgált szelvény helyén, 1954-ben. Szaggatott vonal: Holt Körös szintje. Vékony vonal: Megfigyelő kút 184. talajvíz állása. Vastag vonal: Megfigyelő kút 185. talajvíz állása. Oszlop grafikon: csapadékmennyiség. Baloldali tengely: talajvízszint a talaj felszínétől, m. Jobboldali tengely: Holt Körös szintje.

3. táblázat

Kérges szoloncsákos réti szolonyec nedvességtartalmának, oldható só és Na<sup>+</sup> tartalmának változása

(1) Vizsgálatok	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Mintavétel ideje				
		1956. V.	1956. VI.	1956. VIII.	1956. IX.	1956. X.
a) Nedvességtartalom %	0 — 20	19,4	37,2	22,6	26,5	39,5
	20 — 40	15,4	23,2	26,4	30,0	30,7
	40 — 60	16,9	25,1	19,8	22,2	20,0
	60 — 80	15,1	24,7	21,7	23,9	20,1
	80 — 100	17,2	16,4	22,8	22,7	20,3
	100 — 120	21,8	17,0	23,6	22,2	20,9
	120 — 140	19,4	18,8	23,4	28,8	25,0
b) Oldható só % (1 : 5 vizes kivonat- ból)	0 — 20	0,57	0,38	0,63	0,65	0,50
	20 — 40	1,59	0,40	1,10	0,32	0,32
	40 — 60	0,43	0,41	0,82	0,40	0,30
	60 — 80	0,59	0,12	0,66	0,55	0,30
	80 — 100	0,54	0,24	0,88	0,37	0,19
	100 — 120	0,46	0,22	0,39	0,32	0,16
	120 — 140	0,33	0,20	0,39	0,27	0,12
c) Na <sup>+</sup> $\frac{\text{mg}}{100 \text{ g}}$ (1 : 5 vizes kivonat- ból)	0 — 20	6,6	5,7	8,6	7,0	3,8
	20 — 40	19,3	7,5	14,0	5,1	5,1
	40 — 60	10,2	9,2	14,0	6,2	4,5
	60 — 80	9,2	3,5	10,0	8,2	4,1
	80 — 100	7,3	5,2	9,3	5,4	2,7
	100 — 120	6,3	5,5	6,5	5,6	2,2
	120 — 140	4,2	5,4	6,0	4,4	1,8

vizsgált 6 évben 50—110 cm között volt a talaj felszínétől. A beázási zóna minimális értéke 1 méter volt. A felfelé irányuló kapilláris vízmozgás és a csapadékvíz lefelé irányuló mozgása, a kettő együttes hatása és változása vezethet a szikes talajszelvény jellegzetes morfológiai tulajdonságainak kialakulásához, határozza meg az oldható sók eloszlását a talajszelvényben, a sófelhalmozódás maximumának helyét.

A talajok vízforgalmának változása minden esetben kihat a talaj oldható sókészletének változására is. Erre a folyamatra csupán két példát szeretnék saját vizsgálati adatainkból felhozni. Mindkét helyen vizsgáltuk a talajok sóforgalmát és ezek összefüggését a környezeti tényezőkkel. Az egyik vizsgálati helyről közlöm a talajvizszint változásának egy évi adatait, valamint a csapadék adatokat és a vizsgálati hely közelében levő, öntözővíz tárolására és a fölös vizek elvezetésére szolgáló folyó holtág vízszint adatait. (2. ábra.) Közlöm ugyanezen helyről a talajok oldható sókészletének havonkénti vizsgálati adatait, másfél méteres talajrétegre számítva. A két év sódinamikáját tekintve

meg kell állapítanunk, hogy a talaj oldható sókészlete összegében lényegesen nem változott. Jelentős ingadozást mutatott azonban részben a talajvíz mozgása, részben a nedvesség függvényében. Jellemző szezondinamikát figyelhetünk meg, melyet a tavaszi-őszi periódusban az oldható sók felhalmozódása, az őszi-tavaszi periódusban az oldható sók kilúgzása jellemzett. A talajok évi szezondinamikája kismértékben megismétlődött az öntözés hatására is, úgy, hogy az öntözés után közvetlenül a talajok sóforgalmára a sókészlet csökkenés, majd ezután újból a sók felhalmozódása volt a jellemző.

A másik példát a Hortobágy területéről választottuk. A végzett vizsgálatok közül közöljük az 1956. évi V. és X. hó között végzett vizsgálati adatait (2. és 3. táblázat). A közölt adatok jól tükrözik, hogy a talajok sókészlete és annak változása a talaj nedvesség tartalmának változásával szoros összefüggésben volt. A talaj oldható sókészletét és nedvességekészletét összehasonlítva kitűnik, hogy mindazon esetekben, amikor a talaj nedvességtartalma az előző mintavételhez viszonyítva az öntöző-

víz, vagy csapadékvíz hatására nőtt, az oldható sókészlet csökkenésével kellett számolni. A talaj felső rétegeiben a kiszáradás előidézte a talajvíz felfelé irányuló mozgását és ezzel együtt a sókészlet növekedését. Az egyes szintek nedvességtartalmát, sókészletét és a sókészleten belül a nátriumsók mennyiségét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy nemcsak a sók mozgásának uralkodó iránya változott a vizsgált periódusban, hanem változott az oldható sók szintenkénti eloszlása és a sófelhalmozódás maximumának helye is. A felhalmozódás időszakában az oldható sók felhalmozódásának maximumát többnyire a kapilláris zóna felső határánál, vagy közvetlenül e felett találjuk. A kilúgzás periódusában az oldható sók mennyisége a beázás mélységének megfelelően, vagy az alatt volt a legnagyobb. A fenti példák jól mutatják, hogy a talajok sóforgalma rendkívül érzékenyen tükrözi a talaj nedvességi viszonyaiban bekövetkező változásokat továbbá, hogy a talajok oldható sókészlete egy adott helyen, egy adott talajszelvény esetében is változhat attól függően, hogy a vizsgált periódusban milyen volt a víz mozgásának uralkodó iránya. Hosszabb periódusban a szikes talajok sótartalmát, a sófelhalmozódás maximumának helyét meghatározza a sók felhalmozódásának és kilúgzásának ellentétes irányú folyamata, ill. az, hogy a kettő közül melyik az uralkodó.

A fenti példák vetíthetők a Tiszántúli szikes talajainak képződési törvényszerűségeire általánosságban is. Ismeretes az, hogy a Tiszántúli hidrológiájának, vízrajzának történetében igen erős behatást jelentettek a múlt század közepén és második felében végrehajtott vízrendezési munkák. A vízrendezés során nemcsak egyes állandóan, vagy időszakosan vízzel borított területek váltak szárazzá, hanem ahol azt egyéb tényezők nem gátolták, a talajvízszint kisebb, vagy nagyobb mértékű süllyedése is kimutatható. Több adat [13, 26, 31, 32] utal arra, hogy a vízrendezések előtt a tiszántúli szikes talajok egy része nagyobb sókészlettel rendelkezett. A vízrendezések hatására azokon a területeken, ahol a vízrendezések együttjártak a drénviszonyok javulásával, a szikes talajok oldható sókészlete is csökken [7, 8, 26, 31, 32]. Jól tükrözi ezt a folyamatot pl. a konyári sóstó területe, ahol a vízrendezések előtt a talajok oldható sókészlete IRINYI [13] adatai szerint igen jelentős volt és az oldható sók közül általában a nátriumkarbonát volt az uralkodó. SZABOLCS [32] újabb vizsgálatai szerint e területen az oldható sók mennyisége bizonyos mértékig csökkent és a nátriumsók közül inkább a

nátriumsulfátok fordulnak elő nagyobb mennyiségben.

A lecsapolások hatásának eredményeként tehát számolnunk kellett a szikes talajok sajátosságainak változásával, egyes esetekben a kilúgzási folyamatok előtérbe kerülésével. A kilúgzás folyamata azonban függ a drénviszonyok jellegétől. Olyan területeken, mint a Hortobágy, mely domborzati elhelyezkedését tekintve medence jellegű, a szikes talajok a terület legmélyebb pontjait foglalják el, a talajvíz a lecsapolások után is a felszínhez közel helyezkedik el, ez a kilúgzási folyamat nem következetes. A kilúgzást a talajvíz mozgásától és a csapadék mennyiségétől függően időszakosan felváltja az oldható sók felhalmozódásának periódusa. Ezekben a szikes talajokban a nem következetes kilúgzás következtében az oldható sók mennyisége viszonylag sok, s a kilúgzás csupán a talaj néhány felső centiméterét érinti.

Más területeken, ahol pl. a szikes talajok térszíni elhelyezkedése más, s nem a terület legmélyebb pontjait foglalják el, hanem a domborzat szerint magasabban helyezkednek el, és a lecsapolások a talajvízszint jelentősebb süllyedését, ezzel együtt az oldható sók kilúgzásának nagyobb lehetőségét teremtették meg, a szikes talajok sókészlete csökkenésének és ezzel együtt egy fokozatos, lassú sziktelenedési folyamatnak lehetünk tanúi. A fenti két folyamat olyan jelentős, hogy a hazai szikkutatók szükségesnek látták a két szikes talajféleséget külön csoportba sorolni, nevezetesen a réti szolonyeczek, ill. a sztyeppesedő réti szolonyeczek csoportjába. Az osztályozásban ez a megkülönböztetés jelzi azt, hogy a szikesek első csoportjánál a szikesedés egy réti folyamattal, közvetlen talajvíz hatással van szoros összefüggésben, míg a másik esetben a talajok dinamikáját jelentősen befolyásolja az erózió bázis süllyedése, s ezzel kapcsolatban a kilúgzási folyamatok előtérbe kerülése.

Úgy gondolom, hogy ez a csupán a Tiszántúltra vonatkozó összefoglalás is tükrözi azt, hogy a szikes talajok kialakulása, az egyes szikes talajtípusok átalakulása rendkívül bonyolult talajtani folyamat. A folyamatok jellege és iránya függ mind a területek geológiai felépítettségétől, mind annak hidrológiai, hidrokémiai viszonyaitól, s a talajok vízforgalmát és sóforgalmát meghatározó egyéb tényezőktől. Minden olyan természetes változás, vagy mesterséges beavatkozás, mely a talajok vízforgalmát, ezzel együtt sóforgalmát időlegesen, vagy hosszabb időre megváltoztatja, kihat a szikes talajok keletkezésére, az egyik szikes talajtípusnak a másikba

való átmenetére, vagy esetleg a talajok sziktelenedésére.

Egyet kell értenem H. FRANZ azon kiindulásával, hogy hiba lenne a szikes talajok képződése szempontjából fontos geológiai összefüggések figyelmen kívül hagyása és a geológiai korok történetének meg nem ismerése. A fenti példák azonban meggyőzően bizonyítják, hogy ugyanolyan, sőt nagyobb hiba a talajtani folyamatok egyoldalú geológiai megközelítése és a régebbi geológiai korokban lejátszódott folyamatok mellett a jelenlegi korban végbe menő talajképződési folyamatok figyelmen kívül hagyása.

Erre éppen a szikes talajok szolgáltatók a legjobb példát, ahol a sók uralkodó forrása lehet részben geológiai, azonban a szikesedés minden esetben talajtani folyamat. Ezért, ha a szikeseket meg akarjuk ismerni, nem elég az oldható sók forrásának, képződésének egy, vagy több lehetséges útját vizsgálni, hanem tanulmányozásukat a talajtan oldaláról, a talajtan módszereivel kell végeznünk, elemelve mindazokat a feltételeket, melyek a szikesedés folyamatát kiváltották, és a szikes talajok különböző típusainak kialakulásához vezettek.

### Összefoglalás

1. A szikesedést előidéző sóforrások közül a helyszínen mállás folyamán képződött könnyen oldható sókon túlmenően, igen nagy jelentősége van a talajvízzel a talajvízgyűjtő medencékbe szállított oldható sóknak. Ezt bizonyítja a talajvíz mozgásának iránya, sebességének és kémiai összetételének változása a talajvízgyűjtő medencék felé.

2. A szikes talajok nagykiterjedésű előfordulása a talajvízgyűjtő medencék területén bizonyítja, hogy a talajvízzel ide szállított sók szerepe a szikes talajok kialakulásában fontos tényező.

3. A szikes talajok kialakulását ezen talajok sajátos víz és sóforgalma idézi elő. A talajvíz kapillaris zónájának és a téli beázás szintjének találkozását, a szelvény rendszeres átmedvesedését, s ezzel kapcsolatosan a sók mozgásának kettős irányát a szikes talajok képződésénél figyelembe kell venni. A vízforgalom és a sóforgalom ezzel kapcsolatos szecundinamikája, a víz és sók mozgásának uralkodó iránya a talajszelvényben vezet a szikes talajok sajátos morfológiai bélyegének kialakulásához, meghatározza a talaj oldható sókészletének mennyiségét, talajszelvényben való felhalmozódását, a sófelhalmozódási maximum helyét.

4. A szikes talaj képződés összetett folyamatában a helyszínen képződő oldható

só csak a sóforrások egyik lehetséges forrásaként fogható fel. Ahhoz, hogy a szikes talajok képződéséről teljes képet nyerjünk, szükséges úgy a lehetséges sóforrások teljes számbavétele, mint a talajok víz és sóforgalmának ismerete s azoknak a talajtani folyamatoknak megismerése, melyek a szikes talajok különböző típusainak kialakulásához vezetnek.

5. A rendelkezésre álló szakirodalom és saját vizsgálati adataim egyértelműen arra mutatnak, hogy az Alföld szikes talajainak kialakulásában a talajvíz oldható sókészlete, a talajvíznek a szikesedési folyamatokra gyakorolt hatása meghatározó tényező.

### Irodalom

- [1] ARANY, S.: A hortobágyi ősi szikes legelőkön végzett talajfelvételek. Kísérletügyi Közlem. 29. 48—70. 1926.
- [2] ARANY, S.: Kiegészítő adatok szikesünk közelebről való megismeréséhez. Kísérletügyi Közlem. 31. 127—144. 1928.
- [3] ARANY, S.: Alföldi sókivirágzások és talajvizek. Mezőgazd. Kut. 10. 89—96. 1937.
- [4] ARANY, S.: A hortobágyi szikes talajok. In Magyar szikesek. Földműv. Min. Budapest. 1934.
- [5] BAZILEVICS, N. I.: Geolimija pocsv szodova zasolenija. Izd. Nauka. Moszkva. 1965.
- [6] DARAB, K.: Isszledovanie processzov vtoricznogo zasolenija na nekotorij pocsvah Zatiszaja. Acta Agron. Hung. 9. 363—405. 1959.
- [7] DARAB, K.: Hazai öntözött talajaink sómérlege. Agrochimia és Talajtan. 10. 305—314. 1961.
- [8] DARAB, K.: A talajgenetikai elvek alkalmazása az Alföld öntözésénél. Genetikus talajterképek. Ser. 1. No. 4. OMMI Kiadv. Budapest. 1962.
- [9] EGOROV, B. B. & ZAHARINA, G. B.: Zavisimoszt' razmerov zasolenija verhnij gorizontov pocsv ot glubina gruntovuj vod. Dokl. AN SSSR. 109. 851. 1956.
- [10] ENDRÉDY, E.: A szikesek keletkezésének kérdéséről. Öntözésügyi Közlem. 3. 207—217. 1941.
- [11] FRANZ, H.: Adatok a négyedikori rétegződéshez és a szikes talajok geneziséhez a Hortobágyon és annak peremvidékén. Debr. Agrártud. Főisk. Évk. 119—134. 1964.
- [12] GEDROIC, K. K.: Szoloncü, ih proiszhozsdenie, szvojsztva i melioracija. Novovszkaja op. szt. 1928.
- [13] IRINYI, J.: A Konyári tó. Athenaeum. Pest. 1839.
- [14] KOVDA, B. A.: Szoloncákai i szoloncü. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1937.
- [15] KOVDA, B. A.: Proiszhozsdenie i rezsim zasolenij pocsv. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1946.
- [16] KÖRÖSSY, L.: Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete. Földtani Közl. 93. 153—172. 1963.
- [17] LENGYEL, E.: Alföldi homokfajták ásványos összetétele. Földtani Közl. 60. 67—75. 1930.
- [18] MADOS, L.: A szikesedés és a víz. Hidrol. Közl. 23. 3—20. 1943.
- [19] MOLNAR, B.: A Hajdúság pleisztocén eolikus rétegsora. Földtani Közl. 96. 306—317. 1966.
- [20] MURAKÖZY, K.: A talajról. Természettud. Közl. 33. 593. 1902.
- [21] RÓNAI, A.: A magyar medencék talajvízei és az országos talajvízterképező munka eredménye. M. Áll. Földtani Int. Évk. 46. 1. 1956.
- [22] SCHERF, E.: Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a szikképződéssel. M. Áll. Földtani Int. Évi Jel. 1925—28. 265—301. 1935.
- [23] STEMOND, E.: A békéscsabai öntözött szikes réten



- végzett sómeghatározásokról. Kísérletügyi Közlem. 5—6. 46. 1902.
- [24] SIGMOND, E.: Újabb tapasztalatok a szikes talajokról. Kísérletügyi Közlem. 5—6. 81. 1903.
- [25] SIGMOND, E.: A hidrológiai viszonyok szerepe a szikesek képződésében. Hidrol. Közl. 3. 5—9. 1923.
- [26] SIGMOND, E.: A hazai szikesek és megjavítási módjaik. MTA kiadv. Budapest. 1923.
- [27] SIGMOND, E.: A szikképződés törvényeiről a javítás szempontjából. Mezőgazd. Kut. 2. 272—293. 1929.
- [28] SÜMEGHY, I.: A Tiszántúl. Földtani Int. kiadv. Budapest. 1944.
- [29] SZABOLCS, I.: A Hortobágy talajai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1954.
- [30] SZABOLCS, I.: Szikes talajaink genetikája és hasznosításának jelentősége. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 11. 297—306. 1957.
- [31] SZABOLCS, I.: A vízrendezések és öntözések hatása a Tiszántúl talajképződési folyamataira. Akadémiai kiadó. Budapest. 1961.
- [32] SZABOLCS, I.: A Konyári tó és az Alföld szikesedése. Agrokémia és Talajtan 13. 173—204. 1964.
- [33] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Az oldható sók hatása öntözött talajokon. Agrokémia és Talajtan 4. 251—264. 1955.
- [34] SZABOLCS, I. & JASSÓ, F.: A hazai szikes talajok osztályozása. Agrokémia és Talajtan 8. 281—300. 1959.
- [35] TREITZ, P.: Szikes talajok Magyarországon. Természettud. Közl. 18. 12. 1902.
- [36] TREITZ, P.: A sós és szikes talajok természetrajza. Stádium. Budapest. 1924.
- [37] TREITZ, P.: Csonka-Magyarország sós és szikes talajai. Magyar szikesek. 177—206. Földműv. Min. kiadv. Budapest. 1934.

Érkezett: 1967. február 23.

## Bemerkungen über die Abhandlung „Zur Kenntnis der Quartärstratigraphie und Salzbodengenese in der Puszta Hortobágy und ihren Randgebieten“ von Prof. Dr. H. Franz

K. DARAB

Landesinstitut für Landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Budapest

Prof. H. FRANZ befasst sich — nach einem Besuch der Puszta Hortobágy — in seiner Abhandlung [11] mit dem Zusammenhang zwischen den geologischen Verhältnissen und der Genetik der Salzböden. Auf Grund seiner Forschungen gelangte er zu der Folgerung, dass die Grundursache der Entstehung der Salzböden in der Ungarischen Tiefebene die Anhäufung der löslichen Na-Salze sei, die durch Verwitterung der Na-haltigen Minerale des bodenbildenden Gesteins entstanden ist. Im Zusammenhang mit seinen Studien zieht Prof. H. FRANZ Schlüsse die Genetik der Salzböden betreffend, er macht einen Vorschlag für eine Klassifikation der Salzböden, in welchem er eine „primäre“ und „sekundäre“ Bildung der Solonetz- und Solodiböden unterscheidet. In seiner Abhandlung betont er im Grunde genommen, dass die Versalzung letzten Endes auf das Ausbleiben der Auslaugung der Na-Salze zurückzuführen sei, die sich durch Verwitterung an Ort und Stelle gebildet haben. Er nimmt an — von den morphologischen Eigenschaften der Solonetz- und Solodiböden ausgehend — dass sich der A-Horizont dieser Böden als Ergebnis eines nachträglichen Auftragens auf die originelle salzhaltige oder salzfreie Bodenoberfläche gebildet hat.

Er leitet die Entstehung eines Teiles der Solonetzböden in dem Gebiet der Puszta Hortobágy auf die Anhäufung von Löss und von aus anderen feinen Sedimenten stammenden Na-Salz und auf die dadurch entstandene Bodenumbildung zurück.

In seiner Abhandlung verneint er die Rolle des Grundwassers bei der Entstehung der Salzböden. In dem Raum der Puszta Hortobágy schliesst er aber die Möglichkeit nicht aus, dass neben der primären Bedeutung der lokalen geologischen Vorgänge (Verwitterung der Na-haltigen Minerale) auch das salzhaltige Grundwasser in der Entstehung der Salzböden eine Rolle gespielt haben konnte; er schreibt jedoch: „inwiefern eine solche Einwirkung tatsächlich bestanden hat, ist noch an Hand weiterer Untersuchungen zu erforschen.“

Verfasser denkt offensichtlich an die Verteilung des löslichen Salzgehaltes im Bodenprofil, an deren qualitative und quantitative Untersuchung, an das Studium der Veränderung ihrer Dynamik. Diesbezügliche Angaben sind aber in seiner Abhandlung nicht enthalten.

In der bodenkundlichen Fachliteratur sind viele Arbeiten über die Wechselwirkung von Versalzung und Wasserhaushalt zu finden, die auch zur Formung allgemeiner Gesetzmässigkeiten beitragen können. Viele Studien der ungarischen Szikforscher beschäftigten sich in den letzten 60 Jahren mit dem gleichen Thema, das auch in der Abhandlung von Prof. H. FRANZ besprochen wird [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 25, 26, 27, 29, 30, 35, 36]. Ich möchte daher die Abhandlung des Verfassers bezüglich des Zusammenhanges von Versalzung, Wasser, Wasser- und Salzhaushalt ergänzen. Ich halte dies auch darum für notwendig, weil die zur Verfügung stehen-

den Daten das vom Verfasser über den Zusammenhang zwischen Versalzung und Wasserhaushalt des Bodens dargestellte Bild nicht nur ergänzen, sondern in vielen Beziehungen auch abändern.

Bevor ich auf die Gesetzmässigkeiten des Wasser- und Salzhaushaltes der Böden und auf deren Rolle bei der Versalzung übergehe, halte ich es für wichtig, den Begriff der Salzböden zu definieren und jene allgemeinen Bedingungen zu schildern, die zu einer Ausbildung von Salzböden führen.

Laut SZABOLCS [34] „... werden unter Salzböden solche Bodengebilde verstanden, bei deren Bildung und Eigenschaften die wasserlöslichen Salze — unter den einheimischen Verhältnissen grundsätzlich die wasserlöslichen Na-Salze — eine entscheidende Rolle spielen. Die erwähnten Na-Salze sind entweder in der Bodenlösung oder zusätzlich auch in der festen Phase zugegen.“ SZABOLCS reiht an die in der festen Phase vorkommenden Na-Verbindungen sowohl die an den Adsorptionskomplex der Böden gebundenen Na-Ionen, wie auch die in verschiedenem Masse löslichen kristallischen oder amorphen festen Na-Verbindungen.

Aus obiger Definition folgt, dass die Bildung der Szikböden zwei grundlegende Bedingungen voraussetzt:

1. eine Salzquelle für die zur Versalzung notwendigen Na-Salze,

2. Umstände und Bedingungen, die es den Na-Salzen ermöglichen, in den Boden zu gelangen und sich dort allenfalls anzuhäufen.

Wir möchten schon im Vorhinein feststellen, dass der Grund der starken Verbreitung der Salzböden auf der ungarischen Tiefebene, abweichend von den Wüsten- und Halbwüstenzonen, wo die Versalzung mit klimatischen und daraus folgenden geochemischen und bodenbildenden Gesetzmässigkeiten zu erklären ist, nicht in den klimatischen Faktoren, sondern in den eigenartigen geologischen, hydrologischen und Reliefverhältnissen zu suchen ist.

Die Quellen der eine Versalzung verursachenden löslichen Salze auf der ungarischen Tiefebene können folgendermassen klassifiziert werden:

a) Die Verwitterung der Na-haltigen Mineralien des bodenbildenden Gesteins an Ort und Stelle, und die durch die Verwitterung in löslicher Form freigewordenen Na-Salze,

b) Diejenigen löslichen Salze, die aus den tiefer liegenden geologischen Schichten und aus den Tiefenwässern durch die Bewegung des Wassers in das Grundwasser

und in das bodenbildende Gestein gelangt sind,

c) Die löslichen Salze, die durch die Grundwasser aus der Umgebung auf das gegebene Gebiet befördert worden sind,

d) Die löslichen Salze, die durch das Tagwasser auf die Bodenoberfläche getragen worden sind,

e) Na-Salze, die während der Bodenbildung im Boden selbst entstanden sind.

Welche der angegebenen Salzquellen im gegebenen Falle die entscheidende Rolle spielt, kann oft nur recht umständlich festgestellt werden. Um Folgerungen ziehen zu können, benötigen wir eine eingehende Analyse der geologischen, hydrologischen, geochemischen und hydrochemischen Bedingungen und die Kenntnis des genauen Salzprofils der Böden der untersuchten Gebiete. Ich würde mich gerne bei der Behandlung dieser Frage auf die Daten von PROF. H. FRANZ stützen, aber die qualitative Charakterisierung einiger Untersuchungsorte auf Grund der Phenolphthaleinreaktion und der Probe mit Salzsäure auf Karbonat, sowie einige Daten chemischer Laboratoriumsuntersuchungen von den Profilen sind dazu kaum geeignet.

Es muss deshalb auf die zur Verfügung stehenden literarischen Daten zurückgegriffen werden. Dies ist auch deswegen nötig, da sich die Schlüsse in der Abhandlung von PROF. H. FRANZ auf die ganze ungarische Tiefebene und deren Salzböden beziehen, seine Angaben aber nur von der Puszta Hortobágy und deren Randgebieten stammen.

Wie diejenigen, die sich mit der Geologie der ungarischen Tiefebene befassen — in erster Reihe SÜMEGHY [28] [28] — festgestellt haben bildet das Gebiet jenseits der Theiss geologisch und geomorphologisch eine selbständige Einheit im Becken der ungarischen Tiefebene. Seine jüngeren Schichten bestehen im allgemeinen aus sandigen, tonigen Sedimenten von diluvialer und holozäner Herkunft. PROF. H. FRANZ sieht die Ursache der Versalzung in der Zersetzung der Na-Feldspate dieser Sedimente, hauptsächlich in derjenigen der Löss-Schicht.

Unter den Na-haltigen Sedimentmineralien besitzen wir — die Häufigkeit des Vorkommens der Plagioklas-Feldspate betreffend — leider nur wenig bodenkundliche Angaben. Der Feldspatgehalt der Böden und des Muttergesteins ist auf der ungarischen Tiefebene — nach literarischen Angaben — in der Regel ein untergeordneter [16, 17]. Mit den in der Umgebung liegenden Gebirgen verglichen, wo der Anteil der Na- und Ca-Feldspate auch

60—70% erreichen kann, macht er in den sandigen Schichten der ungarischen Tiefebene nur einige Perzente aus. Dieser Unterschied wird gerade durch das hohe Verwitterungsvermögen der Feldspate hervorgerufen. Laut neueren Forschungen [19] können die Feldspate — im Gegensatz zu Obigen — im Falle Löss-haltigen Gesteins in der Hajdúság eine bedeutende Rolle spielen. Diese Daten über den Feldspatgehalt des Debrecener Löss-Rückens scheinen mit denjenigen in der Arbeit von Prof. H. FRANZ erwähnten übereinzustimmen. Wenn wir die Anwesenheit der jüngsten Sedimente und darunter diejenige der Löss-Schichten betrachten, müssen wir dem zustimmen, dass die Salzquelle der Salzböden in einigen Gegenden jenseits der Theiss teilweise in der Verwitterung der Mineralien dieser Schichten, und darunter in erster Linie in derjenigen der Feldspate, zu suchen ist.

Die zitierte Abhandlung und auch andere geologische und bodenkundliche Arbeiten betonen, dass die durch die Verwitterung Na-haltiger Feldspate freigeordneten Salze nur zum Teil auf dem Ort ihrer Entstehung verbleiben, andererseits werden sie gerade infolge der guten Durchlässigkeit der feldspatreichen Schichten als Verwitterungsprodukte ausgewaschen, so gelangen sie in das Grundwasser und mit diesem weiterwandernd häufen sie sich an einem anderen Orte an. Dies scheint auch deshalb wahrscheinlich zu sein, da mit der Bildung und Anhäufung der löslichen Salze durch die örtliche Verwitterung der primären Mineralien der oft recht bedeutende Salzvorrat, der sich in den Salzböden, in dem darunter liegenden Gestein und im Grundwasser angesammelt hat, nicht befriedigend zu erklären ist. Obige Hypothese gibt weder für das ausserordentlich abwechslungsreiche Wesen der Bodendecke des Gebietes jenseits der Theiss noch für die bekannte Tatsache eine Erklärung, dass in den Szikgebieten jenseits der Theiss — in Abständen von einigen Metern — salzhaltige und nicht salzhaltige Böden zu finden sind, und das diese sogar recht oft miteinander verflochten vorkommen.

Wenn wir die Herkunft der Salzquellen untersuchen wollen, müssen wir daher bei dem Studium die Möglichkeiten der geologischen Salzanhäufung erweitern und auch eine Möglichkeit der Bewegung und Wanderung der durch Verwitterung freigeordneten löslichen Salze bezüglich der ganzen Landschaftseinheit in Betracht ziehen.

Gemäss ihres Beckencharakters verfügt die ungarische Tiefebene über ein eigenartiges Wassersystem und kann als

ein solches Zuflussgebiet betrachtet werden, dessen unterirdische Gewässer aus drei Quellen — und zwar durch die aus grossen Tiefen stammenden sogenannten „Juvenilgewässer“, durch die Gewässer der das Becken umgebenden Gebirge, sowie durch die Niederschläge — genährt werden. Hinsichtlich der Salzquelle müssen wir aus den drei Möglichkeiten der Wassernachlieferung die Tiefenwasser hervorheben, die mit den Gewässern der oberen Schichten und den Grundwässern in Berührung tretend, deren löslichen Salzgehalt steigern können [36]. Als eine weitere bedeutende Nachlieferungsquelle der Salze sind die Schichten- und Grundwässer zu betrachten, die aus den umliegenden Gebirgen nach dem Innern der Tiefebene fliessen. Gemäss des Beckencharakters der Tiefebene besitzen diese Grundgewässerneben einer in das Innere des Beckens weisenden Bewegung auch eine seitlich wirkende. Die sich seitlich bewegenden Grundgewässer nehmen dabei den löslichen Salzgehalt der berührten Schichten ganz oder teilweise in sich auf. Auf diese Weise steigt der Salzgehalt des Grundwassers — sich den zutiefst liegenden Orten der Tiefebene nähernd — an und die Na-Salze werden dem geochemischen Salzanhäufungsgesetz gemäss unter den löslichen Salzen immer mehr angereichert. Dazu kommt noch, dass die Geschwindigkeit der Grundwasserbewegung, die Tiefebene erreichend, abnimmt und so bleibt das Wasser mit der entsprechenden Schicht längere Zeit in Berührung. Selbstverständlich wird die Richtung des Grundwasserzuflusses bei obiger allgemeiner Tendenz auch von der Lage der unterirdischen Schichten verschiedenen Charakters bestimmt. RÓNAI [21], der die Bewegung des Grundwassers in den Gebieten jenseits der Theiss studiert hat, kommt zu dem Schluss, dass hier gemäss der geologischen Schichtenfolge und Fallrichtung des Grundwassers mehrere Zuflussbecken zu unterscheiden sind.

Was die qualitative Zusammensetzung des Grundwassers betrifft, möchte ich mich hier auch auf die Daten von RÓNAI [21] berufen. Nach seiner Feststellung nimmt der lösliche Salzgehalt des Grundwassers von Norden nach Süden bedeutend zu. So enthalten die Grundgewässer der Theiss—Szamos-Ebene in überwiegender Mehrheit wenig lösliche Salze. Diejenigen der Gegend „Nyírség“ enthalten schon mehr. Die vorherrschenden Salze sind Ca- und Mg-Hydrokarbonate. Der Salzgehalt der Grundgewässer in den Gegenden Hajdúság und Hortobágy liegt bedeutend höher als derjenige der vorher erwähnten. Auf der Puszta Hortobágy ist das Grundwasser oft mit einer Salzkonzentration von

2g/l zu finden, und nicht selten eine solche von 5–7 g/l. In der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers gelangen in diesen Gebieten die Na-Salze gegenüber den Ca- und Mg-Salzen ins Übergewicht. Von den Anionen treten neben den Hydrokarbonaten die Sulfate, und in einigen Fällen auch die Chloride in den Vordergrund.

Die Verteilung der Zuflussbecken, die Grundwasserqualität dieser Gebiete und das Vorkommen der Salzböden betrachtend, können wir unter diesen einige Zusammenhänge feststellen. Die Salzböden befinden sich auf Wasserzuflussgebieten, wo auch Grundgewässer hohen Salzgehaltes vorkommen. Meiner Meinung nach unterstützt dieser Vergleich einerseits unsere Hypothese, dass die Grundgewässer während ihrer Bewegung an löslichen Salzen reicher werden und einen beträchtlichen Teil der infolge Verwitterung der Gesteine entstandenen löslichen Salze nach den Zuflussbecken befördern. Andererseits weist das sich weithin erstreckende Vorkommen der Salzböden im Raume der Zuflussbecken darauf hin, dass die durch das Grundwasser gelieferten löslichen Salze bei der Bildung der Salzböden eine bedeutende Rolle spielen können.

Zur Vermehrung des Salzvorrates der Salzböden können natürlich ausser den oben genannten auch die durch das Tagwasser in die Becken der Szikböden beförderten, sowie die bei der Bodenbildung an Ort und Stelle entstandenen Salze beitragen. Darauf machen uns ORLOVSKÍ, [cit. 31], GEDROIC [12] und — die einheimischen Verhältnisse betreffend — MURAKÖZY [20] aufmerksam.

Zweifellos sind aber unter den Salzquellen die geologischen Vorgänge, die bei der Verwitterung der Gesteine freigewordenen löslichen Salze und deren Anhäufung auf den betreffenden Gebieten, im Grundwasser und im bodenbildenden Gestein mengenmässig die bedeutendsten [9, 15].

Die Anwesenheit der löslichen Salze im bodenbildenden Gestein zieht aber nicht unbedingt einen Versalzungsvorgang nach sich. Dies kann als eine potenzielle Möglichkeit der Versalzung, als eine Voraussetzung der Ausgestaltung der Szikbodenbildung angesehen werden. Für die Salzbodenbildung ist das Einwandern der löslichen Salze in das Bodenprofil und ihre dortige Anhäufung unerlässlich. Darauf weist die Tatsache hin, dass in den Gebieten jenseits der Theiss, wie auch auf der Puszta Hortobágy und ihren Randgebieten, mit den Salzböden zusammen oder mit ihnen verflochten, nicht versalzte, fruchtbare Böden vorkommen, in deren unteren Schichten die Anhäufung von löslichen

Salzen mehr oder minder nachweisbar ist.

Damit die — die Möglichkeit der Versalzung sichernden — löslichen Salze aus dem Unterboden in die oberen Schichten gelangen können, müssen auch die Bedingungen der Salzbodenbildung zugegen sein. Deren wichtigste ist die Anwesenheit eines fördernden Mittels; dies wird am nächstliegenden das Wasser sein. Die Fachleute der ungarischen Bodenkunde haben schon lange erkannt, dass wir in erster Linie den Wasserhaushalt der Böden studieren müssen [3, 18, 23, 24, 25, 31, 33], wenn wir die Versalzungsvorgänge kennenlernen und verfolgen wollen. ARANY [3] gelangte Ende der Zwanzigerjahre eben auf Grund seiner Forschungen auf der Puszta Hortobágy zu dem Schluss, dass sich das Wasser und das Salz in den Böden zusammen bewegen.

Dem widersprechen einige Forscher [10, 22] unter ihnen auch Prof. FRANZ [11], die behaupten, dass die Versalzung in den oberen Bodenschichten nicht durch die mit dem Grundwasser geförderten löslichen Salze hervorgerufen werden könne. Gleichzeitig verneinen sie die Möglichkeit der Auslaugung in den Szikböden. In beiden Fällen berufen sie sich auf den allgemein bekannt ungünstigen Wasserhaushalt des B-Horizontes der Salzböden. Dieser Horizont besitzt tatsächlich recht ungünstige Wasserumlaufseigenschaften, die Wasserbewegung wird darin verlangsamt, sie kommt sogar in einigen Fällen zu völligem Stillstand. Es ist aber nicht richtig, diesen Horizont — vom Gesichtspunkt des Wasserhaushaltes aus gesehen — als einen vollkommen toten zu betrachten. MADOS [18] hat zwischen 1937–42 auf der Puszta Hortobágy sechs Jahre hindurch die Dynamik des Grundwasserniveaus wie auch die kapillare Wasserbewegung und diejenige des auf die Bodenoberfläche gelangten Niederschlages innerhalb des Profils, verfolgt. Auf Grund seiner Untersuchungen kam er zu dem Schluss (Abb. 1.), dass sich die Kapillarzone des Grundwassers in den meisten Jahren mit der Befeuchtungszone des Winters von oben her berührt und so die regelmässige Durchnässung des ganzen Profils hervorruft. Die Lage der Grenzfläche der Einwässerungs- und Kapillarzone kann sich während der Jahre — abhängig vom Grundwasserstand und den Niederschlagsverhältnissen — verändern. Auf Abb. 1. kann man gut bemerken, dass die kapillare Zone während der beobachteten 6 Jahre in einer Tiefe von 50–110 cm von der Bodenoberfläche lag. Der kleinste Wert der Einwässerungszone betrug 1 m. Die kapillare Wasserbewegung nach oben und die Einsickerung des Niederschlages gestalten gemeinsam durch ihre Dynamik

den eigenartigen Charakter des Salzprofil und bestimmen darin die Verteilung der löslichen Salze, sowie die Stelle der maximalen Salzakkumulation.

Die Änderungen im Wasserumlauf wirken sich jedenfalls auf eine Veränderung im löslichen Salzvorrat der Böden aus. Ich möchte nur zwei Beispiele dieses Vorganges aus unseren eigenen Untersuchungen anführen. An beiden Stellen hatten wir dem Salzhaushalt der Böden, sowie seinen Beziehungen zu den Umweltfaktoren nachgeforscht. In folgendem teile ich die Daten der Grundwasserstandsänderungen an einem Untersuchungsstelle während zweier Jahre, sowie die Niederschlagsangaben und die Wasserstandsdaten von einem in der Nähe des Untersuchungsortes befindlichen, für die Speicherung des Bewässerungs- und für die Abführung des überflüssigen Wassers dienenden toten Flussarme mit (Abb. 2.). Von derselben Stelle stammen die Angaben über den löslichen Salzvorrat der Böden, den wir jeden Monat bestimmt und auf eine 1,5 m dicke Schicht umgerechnet haben. Wir konnten die Dynamik der Salze 2 Jahre lang betrachtet feststellen, dass sich der lösliche Salzgehalt in den Böden in ganzen genommen wesentlich nicht geändert hat. Er wies aber eine bedeutende Schwankung als Funktion des Grundwasserstandes und der Feuchtigkeit auf. Wir konnten eine eigenartige Saison-Dynamik beobachten, die durch die Anhäufung der löslichen Salze in der Periode vom Frühling bis Herbst, und durch die Auslaugung dieser Salze während der Periode vom Herbst bis zum Frühling gekennzeichnet war. Diese jährlich auftretende Saison-Dynamik wiederholte sich in kleinerem Masstab nach den Bewässerungen, und zwar nahm der Salzgehalt unmittelbar nach dieser ab, später aber stieg er wieder an.

Das andere Beispiel wählten wir aus dem Gebiet der Puszta Hortobágy. Von den durchgeführten Untersuchungen teilen wir die Daten jener, zwischen dem V. und X. Monat des Jahres 1956 bestimmten, mit (Tab. 2 und 3.). Die Daten zeigen recht gut, dass der Salzgehalt der Böden, bzw. seine Änderungen mit der Dynamik des Feuchtigkeitsgehaltes in engem Zusammenhang stehen. Den löslichen Salzgehalt mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Böden vergleichend, ist es in jedem Falle ersichtlich, dass mit der durch Bewässerungs- oder Niederschlagswasser verursachten Steigerung der Bodenfeuchtigkeit eine Abnahme des Salzgehaltes verbunden ist. Das Austrocknen der oberen Bodenschichten führte die Aufwärtsbewegung des Grundwassers herbei und dadurch stieg der Salzgehalt

wieder an. Während der Beobachtungsperiode änderte sich nicht nur die vorherrschende Richtung der Salzbewegung, sondern auch die Verteilung der löslichen Salze unter den Bodenschichten, sowie die Lage des Anhäufungsmaximums, wie wir dies auf Grund unserer Bestimmungen bezüglich des Feuchtigkeitsgehaltes, des Salzgehaltes (darunter auch der Salzmenge) feststellen konnten. Innerhalb der Anhäufungsperiode ist das Anhäufungsmaximum meistens bei der oberen Grenze der Kapillarzone oder unmittelbar über ihr zu finden. Während der Auslaugungsperiode war der Gehalt an löslichen Salzen in der Tiefe der Befeuchtung oder unmittelbar darunter am höchsten. Diese Beispiele zeigen recht deutlich, dass der Salzumlauf der Böden die Änderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse recht empfindlich widerspiegelt. Sie weisen auch darauf hin, dass sich die löslichen Salze, von der vorherrschenden Richtung der Wasserbewegung abhängig, an einer bestimmten Stelle, in einem bestimmten Profil auch ändern kann. Während einer längeren Periode werden Salzgehalt und Anhäufungsmaximum der Salzböden durch den entgegengesetzt gerichteten Vorgang der Anhäufung und Auslaugung bestimmt, bzw. davon, welcher von ihnen der vorherrschende ist.

Obige Beispiele können für die Gesetzmässigkeiten der Salzbodenbildung in den Gebieten jenseits der Theiss verallgemeinert werden.

Wie bekannt, bedeuteten die um die Mitte und in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durchgeführten Meliorationsarbeiten in der Geschichte der Hydrologie und Hydrographie der Landschaft jenseits der Theiss, einen recht starken Eingriff.

Durch die hydromeliorativen Arbeiten wurden nicht nur einige ständig oder periodisch unter Wasser stehende Gebiete trockengelegt, sondern, wo dies durch andere Faktoren nicht verhindert wurde, ging auch der Grundwasserstand in grösserem oder kleinerem Masse zurück. Mehrere Angaben weisen [13, 26, 31, 32] darauf hin, dass die Salzböden des Gebietes jenseits der Theiss vor den Meliorationsarbeiten einen grösseren Salzgehalt besaßen. Dort, wo die Melioration eine Verbesserung der Dränverhältnisse mit sich brachte, verringerte sich auch der lösliche Salzgehalt der Salzböden [7, 8, 26, 31, 32]. Dieser Vorgang kann recht gut auf dem Gebiet des Salzsees von Konyár beobachtet werden, wo der lösliche Salzgehalt der Böden vor der Melioration sehr bedeutend war und das  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  im allgemeinen vorherrschte

[13]. Nach den jüngsten Forschungen von SZABOLCS [32] ging der Gehalt an löslichen Salzen in diesem Gebiet (gewissermassen) zurück und von den Na-Salzen kommen eher Na-Sulfate in grösseren Mengen vor.

Als Ergebnis der Entwässerung muss also mit einer Veränderung der Salzbodeneigenschaften, in einigen Fällen mit dem Überwiegen der Auslaugungsvorgänge gerechnet werden. Der Auslaugungsvorgang hängt aber von dem Charakter der Dränverhältnisse ab. In einem Gebiet wie es die Puszta Hortobágy ist, die den Reliefverhältnissen nach Beckencharakter besitzt, nehmen die Salzböden die tiefstliegenden Stellen ein, der Grundwasserspiegel liegt auch nach der Entwässerung in der Nähe der Oberfläche und der Auslaugungsprozess erfolgt nicht konsequent. Die Auslaugungsperioden wechseln von der Grundwasserbewegung und der Niederschlagsmenge abhängig zeitweise mit einer Anhäufungsperiode der löslichen Salze. Wegen dieser Unstetigkeit der Auslaugung ist die Menge der löslichen Salze in diesen Salzböden verhältnismässig beträchtlich und die Auslaugung erfolgt nur in den obersten paar Zentimetern der Böden.

Auf anderen Gebieten, wo z. B. die Salzböden eine andere Relieflage haben und nicht in den tiefstgelegenen Stellen des Gebietes, sondern je nach dem Gelände an Gehängen zu finden sind, und die Entwässerungsmassnahmen zu einer bedeutenden Senkung des Grundwasserspiegels und dadurch zu einer grösseren Möglichkeit der Auslaugung führten, kann ein Zurückgang des Salzvorrates der Salzböden und im Zusammenhang damit ein allmählicher Entzirkungsvorgang beobachtet werden. Vorerwähnte zwei Vorgänge sind von einer so grossen Bedeutung, dass alle einheimischen Forscher es für begründet gefunden haben, die beiden Salzbodenarten in verschiedene Gruppen: in die der Wiesenolonetze, bzw. der versteppenden Wiesenolonetze einzureihen. Diese Differenzierung in der Klassifikation gibt an, dass in der ersten Gruppe die Versalzung mit einem für Wiesen charakteristischen Vorgang, d. h. mit dem Einfluss des Grundwassers eng verbunden ist, während in der zweiten Gruppe die Dynamik der Böden durch die Senkung der Erosionsbasis — und damit eng verknüpft — durch das Vorherrschen der Auslaugungsprozesse stark beeinflusst wird.

Ich meine, dass es die oben angeführte, recht abwechslungsreiche und nur die Gebiete jenseits der Theiss betreffende Zusammenfassung richtig widerspiegelt, dass die Salzbodenbildung und die Um-

bildung einiger Salzbodentypen einen ziemlich verwickelten bodenkundlichen Vorgang darstellen.

Der Charakter und die Richtung der Vorgänge hängen von dem geologischen Aufbau, den hydrologischen und hydrochemischen Verhältnissen, sowie von anderen, den Salz- und Wasserhaushalt der Böden bestimmenden Faktoren der Gegenden ab. Jede natürliche Abänderung und jeder künstliche Eingriff, die den Wasserhaushalt und dadurch — für kürzere oder längere Zeit — auch den Salzhaushalt der Böden beeinflussen, können sich auf eine Entstehung von Salzböden, auf eine Umbildung des einen Bodentyps in den anderen und allenfalls auf eine Entzirkung der Böden auswirken.

Wir müssen mit dem Grundprinzip von Prof. H. FRANZ einverstanden sein, es wäre ein Fehler für die Salzbodenbildung wichtige geologische Zusammenhänge ausser Acht zu lassen und die Geschichte der geologischen Epochen nicht zur Kenntnis zu nehmen. Die obigen Beispiele beweisen aber überzeugend, dass es ein gerade so grosser, wenn nicht ein noch grösserer Fehler wäre, sich den bodenbildenden Prozessen nur von geologischer Seite einseitig zu nähern und neben den sich in früheren Zeiten abgespielten Vorgängen die in jetziger Zeit ablaufenden Bodenbildungsprozesse ausser Acht zu lassen.

Hierzu liefern diejenigen Salzböden das beste Beispiel, bei denen die vorherrschende Salzquelle von geologischer Herkunft sein kann, die Versalzung aber in jedem Falle durch pedologische Prozesse vor sich geht. Wenn wir also die Salzböden kennenlernen wollen, genügt es nicht nur einen oder mehrere mögliche Wege der Bildung der löslichen Salze zu erforschen, sondern wir müssen das Studium vom Standpunkt und mit den Methoden der Bodenkunde durchführen. Dabei sind alle Bedingungen zu analysieren, die den Versalzungsvorgang hervorgerufen und zur Ausbildung der verschiedenen Salzbodentypen geführt haben.

*Literaturverzeichnis siehe Seite 466.*

*Tab. 1.* Änderungen des löslichen Salzgehaltes eines mitteltiefen Wiesenolonetzbodens. XI. 1953. — X. 1955. (1) Zeitpunkt der Probenahme, (2) Der lösliche Salzgehalt einer 1,5 m dicken Bodenschicht, t/ha, (3) Änderungen des Salzgehaltes in den Auslaugungs- und Anhäufungsperioden, t/ha.

*Tab. 2.* Änderungen des Salz- und Feuchtigkeitsgehaltes eines verkrusteten Wiesenolonetzes mit Solontschakbildung.

V. 1956. — X. 1956. (1) Zeitpunkt der Probenahme, (2) Salzgehalt (t/ha) und (3) Feuchtigkeitsgehalt der 1,5 m dicken Bodenschicht (m<sup>3</sup>/ha).

Tab. 3. Änderungen des Feuchtigkeits-, löslichen Salz- und Natriumsalzgehaltes eines verkrusteten Wiesensolonetzes mit Solontschakbildung (aus einem Wasserzug 1 : 5). (1) Analysen. (2) Tiefe der Probenahme cm, (3) Zeitpunkt der Probenahme. a) Feuchtigkeitsgehalt %, b) löslicher Salzgehalt %, c) Na<sup>+</sup> mgequv./100 g.

Abb. 1. Grundwasser und Befeuchtungszustand der Bodenprofile auf der Puszta Hortobágy zwischen 1937—1942 (nach

Mados). a) Befeuchtungszustand im Winter; b) Grundwasserstand; c) Höhe der Kapillarzone.

Abb. 2. Änderungen des Wasserstandes der Holt Körös und des Grundwasserstandes, sowie die jährlichen Niederschlagsangaben vom Untersuchungsort im Jahre 1954. Gestrichelte Linie: Wasserstand der Holt Körös; Dünne Linie: Grundwasserstand im Peilrohr Nr. 184.; Dicke Linie: Grundwasserstand im Peilrohr Nr. 185.; Diagramm: Niederschlagsmenge; linke Achse: Grundwasserstand in m; rechte Achse: Wasserstand in der Holt Körös in m.

### Remarks to the Study by Dr. H. Franz, Entitled: „Data to the Quaternary Stratification and to the Genesis of Salt Affected Soils in Hortobágy and in its Surroundings”

K. DARAB

National Institute for Agricultural Quality Testing, Budapest

#### Summary

1. In his study discussing the formation of the Lowland's salt affected soils, Dr. H. FRANZ stated that the weathering of minerals containing sodium and the local accumulation of these weathered products at the place of their origin are mainly responsible for the development of salt affected soils.

According to his theory, the formation of these soils may be traced back to fundamentally geological causes and he denies — or contributes but subordinate importance to — the role of ground water and of soil formation processes influenced by the effect of ground water.

Dr. FRANZ' statement relating to the genesis of salt affected soils requires amendment in many respects.

2. The category of salt affected soils includes all soils, in whose formation and properties the soluble salts — mainly sodium salts in Hungary — play a decisive role.

The development of salt affected soils is subject to two essential conditions:

a) salt source supplying sodium salts that are necessary to salinization and alkalization.

b) circumstances rendering possible for the sodium salts to get into the soil where they might accumulate, that is, permitting the commencement and development of processes leading to the formation of salt affected soils.

3. In the Lowland as well as at other places in Hungary the formation of salt

affected soils is closely connected to the peculiar geological, hydrological and relief conditions in the basin of the Lowland, contrary to arid and semi-arid regions where the climatic conditions and the connected geochemical and soil formation processes are responsible for the development of these soils.

4. As regards the source of the salts, we accept the inference of Dr. FRANZ indicating that a considerable part of the easily soluble salts — at least as far as their amount is concerned — is of geological origin. The concept of the geological salt source, however, cannot be narrowed down to salts formed locally in the course of the weathering of the parent material, it also includes salts originating in other places, which are being transported to the area in question. The salt transport is effected by the ground water. The direction of the ground water's movement, the changes in its velocity and the changes in the chemical composition of the ground water and the very salty waters of subsurface catchment areas indicate and prove that the ground waters become gradually more and more rich in soluble salts during their movement toward the catchment areas, that is, they transport there a considerable part of the easily soluble salts released by the weathering of rocks.

5. The presence of soluble salts in the parent material does not necessarily indicate that processes leading to the formation of salt affected soils are taking place. These soils develop only if the soluble

salts get into the soil profile (solum) and accumulate there in some form.

The occurrence of vast salt affected lands on the areas of subsurface drainage basins indicates that soluble salts transported by the ground water may play an important role in the formation of these soils.

It is proved by literary data as well as by our own observations that the development of salt affected soils is closely connected to the particular water and salt dynamics of these soils.

Contrary to one-time presumptions, the B-horizon of salt affected soils cannot be considered a „dead” horizon from the viewpoint of water economy. In most years the capillary zone of the ground water reaches the winter seepage profile, thus effecting the regular wetting of the profile (solum).

7. The soluble salt content of the soil and the character of its salt dynamics change parallel with the soil's water dynamics, with the change in its water reserve and with the prevailing direction of water movements. Thus the salt reserve is a dynamic characteristic of the soil. The salt dynamics of the soil follows the changes occurring in the soil moisture conditions and it may change — even at a given spot, in the case of a given soil profile — depending on the prevailing direction of the water movements. During a longer period the salt dynamics — whether leaching or accumulation of soluble salts takes place — is determined by the prevailing direction of water movements.

The joint effect and the changes of the capillary water movements of upward tendency causing salt accumulation and the rainwater's movement of downward tendency that results in leaching lead to the development of the characteristic morphological properties of a salt affected soil profile, and they determine the soluble salts' distribution in the soil profile as well as the place of the maximum of salt accumulation.

8. The water regime and the salt dynamics of salt affected soils depend on the depth of the water table and the drainage conditions of the area concerned, on the form and quantity of moisture getting into the soil and on the quantity and quality of salts getting into the soil with the water. Therefore the formation of these soils and the transformation of salt

affected soil types into one another are extremely complicated processes. The character and the direction of the processes are influenced by the geological structure, the hydrological and hydrochemical conditions of the given area, by other factors determining the soils' water- and salt regime and by soil formation processes brought about by the interaction of the formers.

From among the above mentioned factors, DR. FRANZ dealt with but one possible kind of salt sources, and left out of consideration the others which are important from the viewpoint of the genesis of salt affected soils. He also took no notice of soil formation processes leading to the development of these soils.

*Table 1.* Changes in the soluble salt content of a middle meadow solonetz soil between November 1953 and October 1955. (1) Date of taking samples. (2) Soluble salt content of the 1,5 m thick layer of the soil, t/ha. (3) Changes in the salt content during the periods of leaching and accumulation, t/ha. a) irrigated before sampling.

*Table 2.* Changes in the salt- and moisture content of a shallow, solonchakized meadow solonetz soil between May 1956 and October 1956. (1) Date of taking samples. (2) Salt content, t/ha and (3) moisture content, m<sup>3</sup>/ha, of the 1,5 m thick soil layer.

*Table 3.* Changes in the moisture, soluble salt- and Na<sup>+</sup> contents of a shallow, solonchakized meadow solonetz soil. (1) Analyses. (2) Sampling depth, cm. (3) Date of taking samples. a) moisture content, %, b) soluble salt, %, (determined in the 1 : 5 aqueous extract) c) Na<sup>+</sup> meq/100 g (determined in the 1 : 5 aqueous extract).

*Figure 1.* Water tables and seepage profiles in Hortobágy in the years 1937—1942 (according to Mados). a = level of winter seepage, b = water table, c = capillary rise.

*Figure 2.* Changes in the water table and in the level of Holt Körös as well as the annual precipitation data for the examined profile in 1954. Dotted line = level of Holt Körös; fine line = height of the water table in observation well 184.; broad line = height of the water table in observation well 185. Columnar graph: amount of precipitation. Left axis: water table, m. Right axis: level of Holt Körös, m.



**Замечания к статье Др. Х. Франц: «Четвертичные отложения и генезис засоленных почв Хортобадь и прилегающих к ней районов»**

К. ДАРАБ

Государственный институт по контролю за качеством почв и сельскохозяйственных продуктов, Будапешт

**Резюме**

1. В своей статье Др. Х. Франц, говоря об образовании засоленных почв Венгерской Низменности, утверждает, что основной причиной возникновения засоленных почв является выветривание натрий-содержащих минералов почвообразующих пород и накопление этих минералов на месте их образования.

Беря за основу геологическую точку зрения генезиса засоленных почв Венгерской низменности, Франц отрицает или считает второстепенными факторами в образовании этих почв грунтовые воды и связанные с их влиянием процессы почвообразования.

Выводы Франц, относящиеся к генезису засоленных почв, во многих отношениях требуют дополнения и изменения.

2. Категория засоленных почв сама по себе охватывает все те почвенные образования, в генезисе и свойствах которых главная роль принадлежит воднорастворимым солям, а в условиях Венгрии, в первую очередь, натриевым солям.

Для образования этих почв необходимы два основных условия:

а) Источники солей, поставляющие необходимые для засоления соли натрия.

в) Условия, создающие возможность попадания солей натрия в почву и их накопления, то есть возникновение и прогрессирование процессов образования засоленных почв.

3. Образование почв в Венгрии, в данном случае образование засоленных почв — в противоположность пустынным и полупустынным зонам, где процесс засоления зависит от климатических условий и относящихся сюда геохимических и почвообразовательных закономерностей — связано не с климатическими факторами, а с особыми геологическими, гидрологическими и рельефными условиями Венгерской низменности.

4. В отношении источников солей надо согласиться с заключением Х. Франц о геологическом происхождении большей части легкорастворимых солей, принимая во внимание хотя бы их количество. Значение геологического источника не ограничивается только местным возникновением солей в результате выветривания горных пород, а необходимо учитывать и

роль передвижения солей, освободившихся при выветривании, их видоизменение. Транспортировка солей в первую очередь происходит с грунтовой водой, следуя за ее движением. Направление движения грунтовой воды, изменение скорости и тесно связанное с этим изменение химического состава грунтовых вод, высокое содержание солей в водах водосборного бассейна — все это показывает и подтверждает, что грунтовые воды, передвигаясь в направлении водосборного бассейна, обогащаются воднорастворимыми солями и поставляют большую часть, освободившихся при выветривании горных пород, воднорастворимых солей в водосборный бассейн.

5. Присутствие воднорастворимых солей в почвообразующих породах не во всех случаях означает неизбежность процесса засоления. Для образования засоленных почв необходимо, чтобы воднорастворимые соли попали в почву, накопились бы там в какой либо форме.

Значительное распространение засоленных почв на территории водосборного бассейна грунтовых вод указывает на то, что в образовании засоленных почв значительную роль играют соли, приносимые грунтовыми водами.

6. Автор на основе литературных и собственных данных доказывает, что образование засоленных почв тесно связано с особым водным и солевым режимом этих почв.

В противовес старым утверждениям, горизонт В с воднохозяйственной точки зрения не является «мертвым» горизонтом. В большинстве лет капиллярная зона смыкается с границей зимнего промачивания, вызывая постоянное увлажнение разреза.

7. Вместе с водным режимом почвы, изменением запаса влаги в почве и господствующим направлением передвижения воды изменяется и запас воднорастворимых солей, а также характер солевого режима почв. Таким образом, запас солей в почве является особенностью динамики почвы. Изменение запаса солей в почве, солевой режим почвы следует за изменением условий увлажнения почвы и для одного определенного места, в данном почвенном разрезе может изменяться в зависимости от господствующего направления движения

воды. В более длительные периоды времени солевой режим почвы, то есть, происходит ли выщелачивание или накопление воднорастворимых солей, определяется главным образом господствующим направлением движения воды.

Капиллярное движение воды, направленное вверх и связанное с ним накопление солей, движение атмосферных осадков вниз по профилю и связанные с ним «процессы выщелачивания» — все это вместе взятое приводит к образованию своеобразных морфологических признаков в почвенном профиле засоленной почвы и определяет распределение растворимых солей и место их максимального скопления в почвенном профиле.

8. Водный и солевой баланс почвы зависит от глубины грунтовых вод и дренажных условий данной территории, от формы и количества поступающей в почву воды, от качества и количества растворимых солей, поставляемых в почву водой. Поэтому образование засоленных почв и переход одних типов засоленных почв в другие является необычайно сложным процессом. Характер и направление этого процесса зависит от геологического строения данной территории, ее гидрологических и гидрохимических условий, от прочих факторов, определяющих водный и солевой режим почвы и от почвенных процессов, возникающих при их взаимодействии.

*Др. Х. Франц* среди вышеуказанных факторов обсуждает только одну из возможных форм источника солей, оставляя без внимания другие источники солей, важные с точки зрения генезиса засоленных почв, и все те почвообразовательные процессы, которые приводят к образованию засоленных почв.

*Табл. 1.* Изменение запаса воднорастворимых солей в среднем луговом солонце

за период с XI. 1953 по X. 1955 г. (1) Время взятия образцов. (2) Содержание солей в т/га для 1,5 метрового слоя почвы. (3) Изменение запаса солей в т/га в периоды выщелачивания и накопления. а) Орошались перед взятием образцов.

*Табл. 2.* Изменение влажности и содержания солей в луговом солончаковом корковом солонце в период за Y. 1956—X. 1956 г. (1) Время взятия образцов. (2) Содержание солей в т/га для 1,5 метрового слоя почвы. (3) Влажность в м<sup>3</sup>/га для 1,5 метрового слоя почвы.

*Табл. 3.* Изменение влажности, содержания воднорастворимых солей и натрия в луговом солончаковом корковом солонце (1) Проведенные исследования. (2) Глубина взятия образцов. (3) Время взятия образцов. а) Влажность в %. б) Воднорастворимые соли в %. (из водной вытяжки 1:5). с) Содержание ионов натрия в мг.экв/100 гр почвы (из водной вытяжки 1:5).

*Рис. 1.* Грунтовые воды и контура смоченности в Хортобаде в 1937—1942 г. (По данным Мадош). а) Уровень промачивания почвы, зимой. б) Уровень грунтовых вод, с) Граница капиллярного поднятия.

*Рис. 2.* Изменение уровня залегания грунтовых вод и уровня воды в Холт Кёрёш, данные выпадения осадков за год на месте заложения разреза, в 1954 г. Пунктирная линия — уровень воды в Холт Кёрёш. Тонкая линия — уровень залегания грунтовых вод в смотровом колодце № 184. Жирная линия — уровень залегания грунтовых вод в смотровом колодце № 185. На столбчатом графике — количество выпадающих осадков. На левой линии — уровень грунтовых вод в м от поверхности, на правой линии — уровень залегания воды в Холт Кёрёш в м.