

## AZ „ALFÖLDI” LÖSZ SZEREPE A SZIKES TALAJKÉPZŐDÉSBEN

SZÉKYNÉ dr. FUX VILMA kandidátus — SZEPESI KÁROLY\*

Közreműködtek: Rohrsetzer Sándor — Horvay Ferenc.

**Összefoglalás:** A magyar talajtani irodalomban már több geológus rámutatott a löszös alapkőzet földtani helyzete és a szolonyec típusú szikesedés szoros összefüggésére. Nem volt azonban tisztázott a folyamat, a szükséges földtani adottságok mellett (finom eloszlású  $\text{CaCO}_3$ -t tartalmazó löszös altalaj, vízzáró réteg nem túlságosan mélyen a  $\text{CaCO}_3$ -as réteg első határfelellete alatt, tartós vízborítás) szikesedéshez vezet. Szerzők szolonyec típusú hortobágyi szikes talajszelvény ásványtani, morfológiai, fiziko-kémiai és kolloidkémiai vizsgálata alapján tisztázták ezt az összefüggést.

A talajminták kristályos elegyrészként illit—montmorillonitot, kvarcot, kisebb mennyiségben muszkovitot, kalcitot, földpátot és különösen a  $0,5 \mu$ -nál kisebb szemnyagságban jelentős mennyiségű amorf  $\text{SiO}_2$ -t, alumínium- és vasoxi-hidroxidot tartalmaznak.

Talajképző közet az „alföldi” lösz. A szikes talajkeletkezés szempontjából az alföldi (agyagos) lösznek különösen a vízből kicsapódott, finom eloszlású  $\text{CaCO}_3$ -ja igen jelentős. A vizsgálat szerint ez a finom eloszlású  $\text{CaCO}_3$  (precipitátum) vízzel  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -re bomlik és ez a kalciumhidroxid a kristályos szilikátok feltáródását nagymértékben meggyorsítja. A földpát, muszkovit feltárásából származnak az illit, montmorillonit, amorf anyagok és szervesetlen elektrolitok.

A szikesedést, illetve kedvezőtlen talajszerkezetet elsősorban nem nátrium vagy más vízben oldható sók akumulációja idézi elő a hortobágyi löszös altalajú talajokban, hanem a nagy mennyiségű amorf anyag, amelyet a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  termel a kristályos talajszilikátokból. Az amorf anyagoknak szerkezetüknél fogva humuszanyag megkötő és humuszképző sajátsága rosszabb, míg elektroitmegkötő-képességük jobb, mint az agyagásványoké.

A szolonyec típusú szikes tehát nem fogható fel mint egyszerű kristályos agyagásvány-elektrolit-vízrendszer. Ezért nem is érvényesek rá az ilyen rendszerek jellemző törvényei.

Fentiek alapján a hasonló földtani felépítésű agyagos löszös altalajú szolonyec talajoknál az árasztásos öntözés, illetve minden olyan létesítmény, amely a talajszintet emeli, nem hogy csökkentené, de fokozza a szikesedési folyamatot.

A magyar szikesekkel és általában a szikesedés kérdésével hatalmas magyar és külföldi talajtani irodalom foglalkozik. Nem volt szándékunk ennek részletes áttanulmányozása, sőt az volt a véleményünk, hogy minden befolyástól mentesen megfigyeléseink és vizsgálataink adataiból kiindulva próbáljuk megoldani a folyamat lényegét.

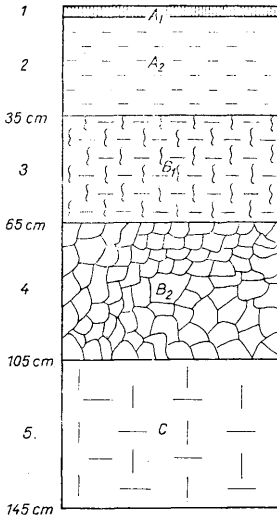
Véleményünk szerint a szikesedés folyamatát először a talajképző alapkőzet földtani helyzete, ásványtani és morfológiai felépítése, másodszor pedig az alapkőzet és az altalaj kölcsönhatásából származó fiziko-kémiai, kolloid-kémiai és biológiai reakciók határozzák meg.

Ezért kívántuk a kérdést együttesen, földtan-közettani és kolloid-kémiai szempontból megközelíteni. Vizsgálataink eredményeként jutottunk el annak felismeréséhez, hogy „az alföldi” lösznek a szolonyec típusú szikesedésben igen fontos szerepe van.

Ekkor néztük át a szikesedésre vonatkozó földtani, talajtani irodalmat és megállapítottuk, hogy a löszös alapkőzet és a szikesedés szoros összefüggésére már többen (K r e y b i g, E n d r é d y [5], de főleg a geológusok S ü m e g h y [11], S c h e r f [12]) igen helyesen rámutattak. Nem volt azonban ismert a szikesedés fő oka, melyről kiderült, hogy nemcsak a szikesek képzésében fontos és jelentős, hanem az üledékes kőzetképződés egyik általános érvényű és elterjedésű folyamata.

Munkánknál egy hortobágyi szolonyec típusú szikes talajszelvényből indultunk ki (1. ábra):

\* Előadták a Földtani Társulat szegedi vándorgyűlésén 1958. június 23-án.



- $A_1$  szint : 0—2 cm. Szürkésfehér kéreg, mely helyenként porszerű, illetve lemezesen összeáll.
- $A_2$  szint : 2—35 cm. Sötétszürke agyag, amely 20 cm-től már átmeneti jellegű.
- $B_1$  szint : 35—65 cm. Agyagos vályog, szürke, tömött, rögös oszlopos szerkezettel. Borsó nagyságú, vasas konkréciót tartalmaz. Sósavval pezseg.
- $B_2$  szint : 65—105 cm. Szürkésárga, tömött, rögös, agyagos vályog. Borsó nagyságú vasas és mészkonkréciót tartalmaz. Sósavval erősen pezseg.
- C szint : 105—115 cm. Barnássárga, szerkezet nélküli, tömött agyagos lösz, mészkonkréciót bőven tartalmaz. Sósavval erősen pezseg.

1. ábra. A vizsgált szolonyc szikes talajszelvénye. Magyarázat: 1. szürkésfehér kovasavas kéreg, 2. szürke agyag, 3. rögös, oszlopos agyagos vályog, 4. rögös, agyagos vályog, 5. agyagos lösz — Fig. 1. Profil eines Alkalibodens von Solonetztyp, Hortobágy, Grosse Ungarische Tiefebene. Erklärungen: 1. Grauweiße Kruste mit viel Kieselsäure, 2. Grauer Lehm, 3. Blockiger, lehmiger Tegel, mit Kolumnarstruktur, 4. Blockiger, lehmiger Tegel, 5. Lehmiger Löss

Vizsgált talaj a szokásos talajtani osztályozás szerint a „kilúgzott szikesek” közé tartozik. Véleményünk szerint azonban ez az elnevezés nem helyes, mert a hortobágyi szikes talajok keletkezésénél nem kilúgzási folyamatok játszottak szerepet. A felszínen (0—2 cm) észlelt szürkésfehér bevonat (amorf  $\text{SiO}_2$ ) kezdet szologyosodásra utal.

### Ásvány-kőzettani vizsgálatok

A talajszelvény mintáin a következő részletes ásvány-kőzettani, fiziko-kémiai, kolloid-kémiai vizsgálatokat végeztük.

I—II. táblázat

A talajszintek mélysége cm	A talaj 5%-os vizes szuszpenzióinak $p_H$ értéke		$\text{CO}_2$ %-os mennyi- sége	Szem nagyság			
	$p_H$ 1 <sup>h</sup> után	$p_H$ 48 <sup>h</sup> után		> 20,0 $\mu$	20,0—2,0 $\mu$	2,0—0,5 $\mu$	< 0,5 $\mu$
				%	%	%	%
0—2	6,8	6,8	—	27,0	27,0	8,6	36,6
2—35	7,7	7,6	—	—	—	—	—
35—65	8,2	9,8	2,49	34,6	31,2	10,0	24,0
65—105	9,0	10,05	3,80	34,8	35,8	9,0	20,0
105—115	9,0	10,05	2,60	—	—	—	—
115—145	8,85	9,95	2,10	—	—	—	—

A  $p_H$  értékek alapján az egész talajszelvény — kivéve a 0—2 cm-t — erősen lúgos kémhatású. A  $\text{CO}_2$ -tartalom a maximumot a 65—105 cm közötti talajszintben éri el.

A 65—105 cm közötti talajminta szemnagysági összetétele már közel áll a Sümeghy J. által „alföldi” lösznek nevezett kőzet összetételéhez. Az „alföldi” lösz a Hortobágy legelterjedtebb talajképző kőzete. Ezen a helyen az elnevezés jogosultságára, vagy a különféle löszfajták jellemzésére, osztályozására nem kívánunk kitérni. Utalva Vendl A.—Takáts T.—Földvári A. [16], Sümeghy J. [11], Miháلتz I. [8], Mihályiné Lányi I. [7], Kriván P. [6] idevonatkozó közléseire, csak annyit jegyzünk meg, hogy az „alföldi” lösz, mely egyszerűen agyagos lösznek nevezhető, a valódi lösztől szemnagysági összetételben és jellegben is lényegesen különbözik. Szemcseeloszlása finomabb, kialakulásában a víznek is fontos szerepe volt.

A hortobágyi „alföldi” lösz általában agyagos, homokos agyagos, vagy agyagos homokos fekvőre települ.

A hortobágyi talajsintek ásványos összetétele

III. táblázat

A talajszintek mélysége cm	szemnagyság $\mu$	kvarc (metamorf)	kvarc (magnás)	plagioklász	muskovit	illit — montmorillonit	kalcit	amorf $\text{SiO}_2$	amorf $\text{Al}(\text{OH})_3$ , $\text{Fe}(\text{OH})_3$	limonitos-borsók	mészkonkréciók	Nehéz ásványok							
												limonit	cirkon	turmalin zöldessárga	turmalin színtelen, ibolya	rutil	zöld amfiból	hipersztén	
0—35	>100 100—20 <0,5	s u	k	k s	gy	s		u	s	u				gy	gy	k	k	k	k
35—65	>100 100—20 <0,5	u u	k		gy	s		u	s	s			gy						
65—105	>100 100—20 20—2,0 <0,5	s u u	k	gy gy	k gy	k gy	s	u	gy	s	s		s s	gy	gy	k	k		

u = uralkodó  
s = sok  
gy = gyakori  
k = kevés

A hortobágyi szikes talajok ásványtani összetételére pontos adatközlések nincsenek. 1945-ben Sarkadi J. és Stegena L. a Duna—Tisza közti szikesek [10], Nagy E. a Mezőcsát, Mezőtúr környéki szikesek agyagásvány összetételére [9] közöltek adatokat. Összefoglaló közlések legújabban Di Gléria és Stefanovits P. munkáiból ismertek [2, 13]. Vizsgálatainknál 3 talajszint (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) részletes ásványtani összetételét vizsgáltuk meg mikroszkópos, DTA, röntgen vizsgálatokkal és kémiai elemzésekkel.

Vizsgálati eredményeinket a III. táblázat tünteti fel.

A 100  $\mu$ -nál nagyobb szemnagyság egyes talajszintekben legtöbbször még az 1%-ot sem éri el. Egy-két nagyobb kvarcsemcsétől eltekintve, a 100  $\mu$ -os szemnagyságot csak a limonitos borsók és mészkonkréciók múlják felül.

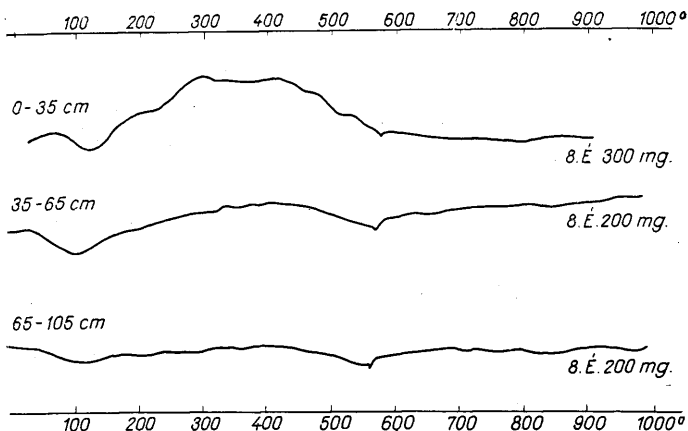
A 100—20  $\mu$  közötti szemnagyság leggyakoribb ásványa a kvarc. Mennyisége 70—80%. A kvarc legtöbbször víztiszta, lekerékített, metamorf eredetű. Zárványmentes vagy orientált opak zárványokat tartalmaz. Sok esetben hullámos kioltású. Gyakran karcolt felületű. Magmás eredetű kvarc kevés található. Az egyes talajszintekből vett minták DTA görbéjén (2. ábra) jellegzetes csúcsot ad.

A muszkovit állandó jellegzetes elegyrész.

Plagioklász mikroszkóposan kimutatható, jelentős mennyiségben a 0—25 cm-ig terjedő talajsztint 100—20  $\mu$ -os frakciójában jelentkeznek. Mennyisége a talajsztint felé haladva átmenetileg csökken, majd a löszös szint felé ismét növekszik. Agyagásvánnyá alakulása gyakran jól megfigyelhető.

A limonit a kvarc mellett a 0—35 cm-ig terjedő talajsztintet kivéve, a 100—20  $\mu$ -os frakció leggyakoribb ásványa.

A kalcit a felső talajsztintekben mikroszkóposan nem volt kimutatható, de a 65—105 cm közötti talajsztint 20  $\mu$ -nál nagyobb szemcséjű frakcióiban mintegy 10—15



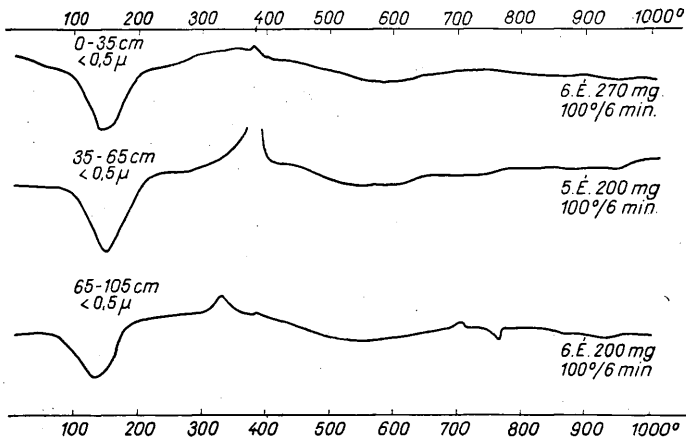
2. ábra. A különböző mélységből vett eredeti talajminták termikus görbéi — Fig. 2. DTA-Kurven der unbehandelten Bodenproben aus verschiedenen Tiefen

százalékos mennyiségben jelennek meg. 105 cm alatt a mennyisége, szoros kapcsolatban a löszös altalajjal, tovább növekszik. A kalcit a talajmintákban kétféle formában jelentkezik: 1. 20  $\mu$ -nál nagyobb szemekben mint a lösz fontos törmelékes elegyrésze, 2. előbbiekből feloldódásából, illetőleg újra kicsapódásából képződő löszbabák 10  $\mu$ -os és annál kisebb szemcséiben, ill. a talajsztintekben állandóan képződő finom eloszlású (porszerű bevonat),  $\text{CaCO}_3$  precipitátum formájában.

Ez az utóbbi nagy diszperzitásfokú  $\text{CaCO}_3$  a szikesedési folyamatok megindítása szempontjából különösen jelentős.

Fontos támpontot adnak a talaj keletkezéséhez az igen kis mennyiségben jelenlevő nehézasványok. Legnagyobb változatosságban a 0—35 cm-es talajsztintben szerepeltek. Egyesek pl. zöldamfiból, hipersztén az alsó talajsztintek 100—20  $\mu$ -os frakciójában nem is voltak mikroszkóposan kimutathatók.

A talajsajátságok szempontjából a legjelentősebb a 0–5  $\mu$ -nál kisebb szem-nagyság. E frakció DTA-görbéje (3. ábra) egyik agyagásványra sem kifejezetten jellegzetes (200–500 C° között a teljesen el nem távolított huminsavak jelentkeznek). Az 500–600 C° közötti endoterm hajlat kisebb mennyiségű illitet, a 800 C°-nál jelentkező csúcs a harmadik görbén peptizáló szódától származik. A montmorillonit a DTA-görbén alig mutatkozott, de a röntgenfelvétel vonalai utaltak jelenlétére. Utóbbi rossz kimutathatóságának oka, hogyspeciális, illitből képződött montmorillonit. Kaolinit csoportbeli ásvány még nyomokban sincs a hortobágyi szikes talajokban és az „alföldi” löszben. Az 500–600 C° közötti gyenge illit hajlat sincsen arányban a 100–200 C° között jelentkező nagy csúccsal. Utóbbi mindhárom görbén uralkodólag amorf SiO<sub>2</sub>-től, illetve amorf Al-, Fe-hidroxidtól származik.



3. ábra. A különböző mélységből vett talajminták kolloid frakcióinak termikus görbéi — Fig. 3. DTA Kurven der Kolloidfraktionen der Bodenproben aus verschiedenen Tiefen

A röntgenfelvételen erős intenzitással illit, montmorillonit, gyengén muszkovit jelentkezett. Hiányzik azonban az illitre legjobban jellemző 10,5 Å körüli vonal. A röntgenfelvétel erős fátyolozottsága, a vonalak kis száma nagyobb mennyiségű amorf anyag jelenlétére utal (Fe/K sugárzás, 57,4 mm atm. kamra, 30 KV feszültség, 9 mA áram-erősség, 6 óra expozíciós idő, műanyagcsöves preparátum).

Röntgen felvételi adatok

IV. táblázat

$d_{hkl}$ Å	I
4,48	5 illit, montmorillonit
3,33	3 illit, muszkovit
2,763	1 muszkovit
2,577	5 illit, montmorillonit
1,502	2 illit, montmorillonit
1,375	1 muszkovit
1,293	1 montmorillonit

I = (mért) intenzitás

Elkészítettük fenti frakciók oxidos elemzését is. Összehasonlításul egy Illinoisból származó illittartalmú, gyengén mállott talaj elemzési adatait is közöljük.

V. táblázat

Hortobágy 0—35 cm-es talajszint szemmagyság < 0,5 $\mu$	%	Illinois, gyengén mállott talaj szemmagyság < 0,2 $\mu$	%
SiO <sub>2</sub> .....	45,10	47,21	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22,85	21,47	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9,72	10,73	
CaO .....	0,00	0,21	
MgO .....	2,42	3,62	
K <sub>2</sub> O .....	2,24	5,78	
Na <sub>2</sub> O* .....	2,95	—	
H <sub>2</sub> O- .....	6,67	3,80	
H <sub>2</sub> O+ .....	—	6,17	
Izz. vesz. ....	6,67	—	
	98,62	98,99	

\*Na<sub>2</sub>O uralkodólag diszpergálásra használt vegyszertől származik.

Egyéb vizsgálati eredményeinkkel összhangban az elemzési adatokból a 0—35 cm-es szint 0,5  $\mu$ -nál kisebb frakciójára az alábbi valószínűsíthető, mennyileges ásványtani összetételt számítotuk ki.

VI. táblázat

Illit—montmorillonit .....	30%
(illitből képződött montmorillonit)	
muszkovit .....	5%
amorf SiO <sub>2</sub> · xH <sub>2</sub> O .....	35%
amorf Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · xH <sub>2</sub> O .....	18%
amorf Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · xH <sub>2</sub> O .....	12%
	100%

Az alkáliák szerepének tisztázására az alábbi elemzési adatokat közöljük:

VII. táblázat

A talajszint mélysége cm	eredeti talajban	savazott talajban	eredeti talajban	savazott talajban	Elemző Simó B.
	K <sub>2</sub> O %		Na <sub>2</sub> O %		
0—35	2,32	2,31	1,44	1,24	
65—105	1,94	2,22	1,66	1,43	

### Kolloidkémiai vizsgálatok

Az egyes eredeti minták 5—10%-os vizes szuszpenziói — kivéve a 0—2 cm-es talajszintet — 24 órai állás után is, 8 mm  $\varnothing$  kémcsőben mérve, stabil diszperziót mutatnak több-kevesebb durvább üledékkel. A 0—2 cm-es minta majdnem teljesen leülepszik, míg a 65—105 cm-es minta 10%-os diszperzióban tixotróp.

Az eredeti talajmintákat hosszabb időn át (31 nap) dialízisnek vetették alá, 40%-os szuszpenzióban (200 g talaj, 500 ml víz), naponta cserélve a dializáló vizet (800 ml). A 31 napi dialízis folyamán azonban az organikus anyagok mellett csak jelen-

téktelen mennyiségű anorganikus elektrolit távozott el — különösen a 0—2 cm, 0—35 cm-es talajmintákból.

A dialízissel eltávolítható organikus anyagok és anorganikus elektrolitok összes mennyisége az idő függvényében *VIII. táblázat*

Idő	Talajszintek mélysége			
	0—2 cm	2—35 cm	35—65 cm	65—105 cm
1 nap után	3,2 cg	8,0 cg	17,5 cg	17,5 cg
2 „ „	15,2 „	22,4 „	18,8 „	18,4 „
12 „ „	21,6 „	22,0 „	25,2 „	17,2 „
17 „ „	15,2 „	16,0 „	14,4 „	18,4 „
22 „ „	8,0 „	22,8 „	16,0 „	19,6 „
27 „ „	10,4 „	20,8 „	18,8 „	25,6 „
31 „ „	0,8 „	7,2 „	7,2 „	3,2 „
	74,4 cg 0,4%	119,2 cg 0,6%	117,9 cg 0,6%	119,9 cg 0,6%

A talajszelvény felső két mintájára jellemző volt a már néhány nap után bekövetkező bomlása az organikus anyagoknak, mely egyúttal intenzív  $H_2S$ -keletkezéssel is járt. Vörös, majd barnászörös színű humusz anyagok adták túlnyomólag a dialízissel eltávolítható alkatrészeket. Az anorganikus alkatrészek csekély mennyisége miatt részletes mennyiségi és minőségi meghatározásukra nem tértünk ki, csupán a 65—105 cm-es talajszint vízben oldható szódátartalmát állapítottuk meg, amely mindössze 0,01%-nak adódott. A többi szintből vízben oldható szódát nem tudtunk kimutatni.

Figyelemmel kísértük a  $p_H$  változását ultraszűrés hatására. Eredményeinket a IX. táblázat tünteti fel.

A  $p_H$  változása ultraszűréssel a 35—65 cm-es talajmintában (10 g talaj szukcesszív mosással) *IX. táblázat*

	$p_H$
1. mosóvíz $p_H$ -ja	6,4
2. 40 ml. $H_2O$	8,05 1h után
3. 30 ml. $H_2O$	8,32 1h után
4. 30 ml. $H_2O$	7,85 1h után
5. 30 ml. $H_2O$	8,30 14h után

### A vizsgálati eredményekből levonható következtetések

Az ásványtani összetételből kiderült, hogy a talaj kialakításában van bizonyos szerepe az Alföldet feltöltő folyóknak, elsősorban a Tiszának is. A hortobágyi talaj felső szintjében ugyanis kimutathatók olyan ásványok, amelyek a Tisza vízgyűjtő területéről, illetőleg a Tisza-völgyéből származnak. Részben a plagioklász, de a zöldamfiból és hiperstén különösen a Vihorlát—Gutin vulkáni vonulat andezitjeinek volt ásványa. A durvább szemmagyságban kimutatott zárványos, legtöbbször metamorf eredetű kvarc részben a kárpáti homokkőből származik.

(Azonban idekerülhettek ezek az ásványok nemcsak a tiszahordalékkal, hanem az „alföldi” lösz elegyrészeiként is.)

Szikes talajképző közetként azonban az „alföldi” lösz a legfontosabb.

Már Scherf E. rámutatott, hogy a szikesedés fő feltételei a Hortobágyon a következők:

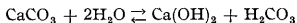
a)  $CaCO_3$ -tartalmú pleisztocén rétegek jelenléte az altalajban, nem túlságosan mélyen a felszín alatt.

b) az első vizetáró rétegnek, a kék felsőpleisztocén agyagnak teknőszerű felszíne, mely az erősen sós talajviznek az összegyülemlését teszi lehetővé, nem túlságosan mélyen a meszes réteg alsó határfelülete alatt.

Nem értünk azonban teljesen egyet azzal a feltételezéssel, mely szerint a szikesedés harmadik oka

c) alkáliákban dús talajvíz jelenléte, mely hajszálcsővesség révén a száraz időszakban felemelkedik és cserebomlás révén sziksót termel.

Véleményünk szerint az alkáliákban dús talajvíz csak végső termékként adódik, és a szikesedés fő oka a löszben levő nagy diszperzitásfokú  $\text{CaCO}_3$ , amely  $\text{CO}_2$ -mentes vízben a következő egyenlet szerint oldódik:



amely reakció megfordíthatósága mellett is ebben a rendszerben a felső nyíl irányában, azaz  $\text{Ca(OH)}_2$  képződése közben megy végbe. Ugyanez a jelenség tapasztalható igen nagy diszperzitásfokú  $\text{CaCO}_3$  (precipitátum) vízben való oldásánál, vagy kemény vizek bepárlása közben.

Dialízissal a talajszelvényben vízben oldható szódát csak egész minimális mennyiségben tudtunk kimutatni. A talaj nagy  $p_{\text{H}}$ -értékeit — lásd az I. táblázatot — tehát a keletkező  $\text{Ca(OH)}_2$  idézi elő.

Ha g/l  $\text{CaCO}_3$ -t tisztá,  $\text{CO}_2$ -től teljesen mentes vízben oldunk, Schloesing és Wiegner számításai szerint egyaránt 0,0131 g/l oldódik. A  $p_{\text{H}}$  viszont 10,23. Természetesen  $\text{CO}_2$  jelenlétében az oldhatóság lényegesen megnő és a  $p_{\text{H}}$  csökken.

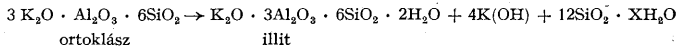
A  $\text{Ca(OH)}_2$ -nek legnagyobb jelentősége a talajszilikátok feltárásában, illetve a feltárási folyamatok igen nagymérvű meggyorsításában rejlik. A  $\text{Ca(OH)}_2$ , mely a nagy diszperzitásfokú  $\text{CaCO}_3$ -ból keletkezik, a legkitűnőbb természetes feltárási anyag.

Lúgos környezetben a földpát (itt főleg a plagioklász), amelynek agyagásványosodása mikroszkóposan is kimutatható volt, illitté vagy montmorillonittá alakul át. Meszes, lúgos, kevésbé átcsérélt vízi környezetben az illit jut túlsúlyra. A kis mennyiségű montmorillonit az illit stádiumon keresztül keletkezett. Szádeczky Ö.F. számításai utaltak arra, hogy a földpátból először csillámszerű ásvány (illit), montmorillonit, majd rendszerint további fokozatos oxidációval kaolin képződik. A vizsgált talaj erősen lúgos kémhatása és az időszakos vízborítás miatti anaerob körülményei, azaz az oxidáció hiánya a kaolin keletkezését nem tették lehetővé.

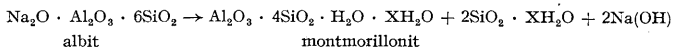
Az illit másik része a jelentős mennyiségben jelenlevő muszkovit leépülésével, K-tartalmának részbeni elvesztésével keletkezik. Jasmund szerint a folyamat nyugalmi állapotba akkor jut, amikor a K—O kötések a rétegek közt megszűntek, vagyis amikor a csillám lényegében montmorillonittá alakult át. Megjegyezzük azonban, hogy az illit-montmorillonit átalakulás megfordítható folyamat.

Ha azonban a 0—35 cm-es talajszint 0,5  $\mu$ -nál kisebb frakciójának ásványos összetételére tekintünk, megállapíthatjuk, hogy ennek a talajsajátságok szempontjából legfontosabb frakciónak a kristályos agyagásványok csak 1/3-át teszik ki. Uralkodnak az amorf anyagok, amelyek elsősorban okai a talaj kedvezőtlen morfológiai sajátságainak. Ezeket pedig a  $\text{Ca(OH)}_2$  által nagymértékben elősegített szilikát lebontás termeli.

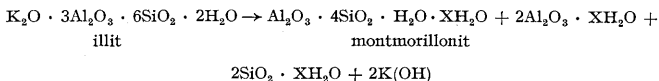
Közismert, hogy lúgos  $p_{\text{H}}$ -jú környezetben a földpát az alábbi módon alakul illites agyagásvánnyá, illetve montmorillonittá,







miközben jelentős mennyiségű amorf  $\text{SiO}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  szabadul fel.  
Az illitnek montmorillonittá való továbbalakulása pedig



jelentős mennyiségű  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  felszabadulásával jár.

Ha megvizsgáljuk az amorf kolloidok egymás közötti arányát, (VI. táblázat), az 2 : 1-nek adódik. Ez a kaolinitre jellegzetes. Kaolinit azonban az adott körülmények között nem jöhet létre. Ez is egyik fő oka, hogy a jelentős mennyiségű amorf anyagból kristályos agyagásvány nem keletkezik.

A jelenség rácsszerkezetiileg is megoldható. Az illit montmorillonit átalakulásakor képződött amorf alkotórészek az átmeneti állapotban, de sokszor a végállapotban is, nem szakadnak ki teljesen a kristályrácsból, hanem másodlagos kötőerőkkel az újonnan képződött montmorillonit kristály másod- és harmadrendű felületein adszorbeálódnak, miáltal ezeket a felületeket mintegy eltömkik. Az így képződött montmorilloniton a kationcsere csak nehézkesen mehet végbe.

Az így képződött montmorillonit mind a DTA-, mind a röntgenanalízis alapján illitnek és montmorillonitnak is felfogható — bár hiányzik az illit legjellemzőbb vonala — minthogy mindkét ásványra jellemző specifikációval rendelkezik. Az illit ilyen természetű montmorillonittá való átalakulását legjobban a kolloidkémiai, illetve reológiai sajátosságok nagyfokú különbsége alapján igazolhatjuk.

E munka keretében erre nem térünk ki, csupán arra szorítkozunk, hogy bemutassuk modellkísérlet alapján egy jól definiált illit agyag DTA-görbéjének 30 nap alatti változását kevés  $\text{CaO}$  mellett vizes közegben (4. ábra). Az ábrán jól látható 30 nap után a montmorillonitra jellemző endotermikus csúcsok megjelenése.

A le nem kötött amorf  $\text{SiO}_2$  egy részét nyári időszakban a kapillárisokon felemelkedő víz magával viszi, mely a talaj felszínén szürkésfehér kolloid-kéreg formájában jelenik meg. Ez a hortobágyi szikes talajok jellegzetes kivirágzása.

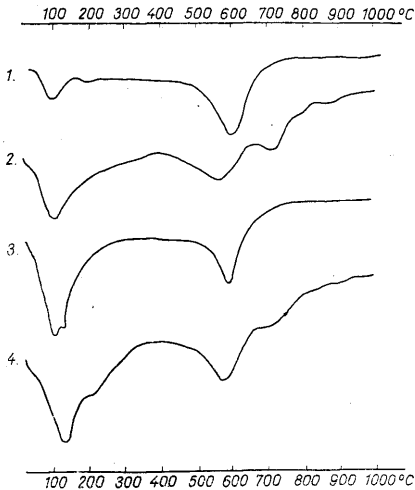
A  $\text{Ca(OH)}_2$  azonban nemcsak amorf anyagokat, hanem mint az egyenletekből is kitűnik, alkáliákat is termel, melyeknek a talajokban lejátszódó körforgalma különösen érdekes. A 0—35 cm-es szint eredeti és savazott mintájának  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma (2,32, 2,31%) tökéletesen egyező, ami azt jelenti, hogy a  $\text{K}_2\text{O}$  teljes mennyisége szilikátosan kötött a földpátban, a muszkovitban. A földpát átalakulásakor felszabaduló K-t pedig az illit-montmorillonitos komplexum tartja lekötve szerkezetiileg. Tehát ebben a talajsztintben a K nincs kicserélhető pozícióban, sem vízdoldható formában.

A 65—105 cm-es szint savazott talajában az eredeti talaj  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalmának 1,94%-ról 2,22%-ra növekedése szintén ezt bizonyítja. A gyarapodás látszólagos, mert ebben a szintben sav hatására jelentős mennyiségű  $\text{CaCO}_3$  oldódik ki, s a relatív növekedést ez idézi elő.

A  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom jelentős mennyisége szintén szilikátos, azaz földpátos kötésben van. Az agyagásványok a Na-t azonban szerkezetiileg nem kötik meg. Ennek következtében az összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -nak mintegy 13%-a kicserélhető állapotban van. A 0—35 cm-es talajsztintnek 0,23%-át teszi ki ez a kicserélhető Na,  $\text{Na}_2\text{O}$ -ban kifejezve.

A 65—105 cm-es talajsztintben az eredeti talaj  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalma a savazottban 1,66%-ról 1,43%-ra csökkent. Ha feltételezzük, hogy a  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége itt is változatlan és a  $\text{Na}_2\text{O}$  csökkenését ehhez viszonyítjuk, úgy kiadódik, hogy még ebben a frakcióban is az összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -nak csak 28%-a van kicserélhető pozícióban. A talajsztintnek tehát csak 0,46%-a a kicserélhető Na,  $\text{Na}_2\text{O}$ -ban kifejezve.

Igen gondos eljárással (R o h r s e t z e r S.) határoztuk meg a talajvízben oldható Na-, illetőleg szóda-tartalmat. A 65—105 cm-ig terjedő szintben (a talajkutatók ún.



4. ábra. Illit (Koromhegy, Füzérradvány) termikus görbéi. Magyarázat: 1. Na-illit eredeti, 2. Na-illit, 30 napos  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -os kezelés után, 3. Na-illit,  $> 2 \mu$ , 4. Na-illit  $> 2 \mu$  30 napos  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -os kezelés után — Fig. 4. DTA-Kurven des Illits von Füzérradvány—Koromhegy. Erklärung: 1. Unbehandelter Na-Illit, 2. Na-Illit, 30 Tage lang mit  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  behandelt, 3. Fraktion unter  $2 \mu$  von Nr. 1., 4. Fraktion unter  $2 \mu$  von Nr. 2. 30 Tage lang mit  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  behandelt

akkumulációs szintjében) a szóda-tartalom éppen csakhogy kimutatható. (Az eljárással adott körülmények között 0,01% szóda még jól meghatározható.) Ez tehát azt jelenti, hogy a kérdéses talajsztintben maximálisan 0,01% a szódatartalom, valószínűleg még ennél is kisebb. Véleményünk szerint tehát a szikes talaj rossz morfológiai kialakításáért elsősorban az amorf anyagok felelősek. A szilikátos lebontás nátriumából kémiai reakciók révén keletkező szódatartalom csak előmozdítja ennek a káros morfológiának a kialakítását.

Fentiek szerint a hortobágyi löszös altalajú és a hasonló földtani, ásványtani és morfológiai felépítésű talajoknál a szikesedés legfőbb oka, hogy az „alföldi” lösz nagy diszperzitásfokú  $\text{CaCO}_3$ -ja víz hatására  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ként feloldódik, és az így keletkezett  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a koncentrációtól ( $p_{\text{H}}$ ), az időtől, hőmérséklettől függően részben vagy

teljesen megbontja a talaj finomszemcséjű szilikátos ásványait, így elsősorban az illitet, földpátokat, muszkovitot. E fő folyamat alapján kerülnek a talajba az amorf alkotórészek (kovasavas, alumínium- és vashidroxidok) és sók, melyek adszorpciós kapacitásuknak megfelelően jórészt adszorbeálva vannak az amorf és el nem bomlott kristályos alkotórészekben.

A talajban az amorf kolloidok és a kristályos agyagásványok között bizonyos dinamikus egyensúly jön létre. A folyamat azonban nyugvópontra sohasem jut. A  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  állandóan termeli az amorf alkotórészeket és bázisokat. Sőt a folyamat végső állapotaként az agyagásványok eltűnnek a kolloidfrakcióból és szerepüket teljesen az amorf alkotórészek veszik át. Ezek a legrosszabb struktúrájú talajok. Ez a szikesedés végső foka.

Mindezekből következik, hogy a szikes talajokban víz hatására lejátszódó jelenségeket nem lehet agyagásvány-víz-elektrolit (só) rendszer korlátozott esetére leegyszerűsíteni. Lényegesen egyszerűbb volna a szikes talajok javítási problémája, ha csakis ilyen rendszerről volna szó. Ha szikes talaj csak kristályos agyagásványt, sót, vizet tartalmazna és újabb sóképződés nem állna elő, a talajban levő sók előbb-utóbb kilúgzódnának, miközben a korábban diszpergált illit-montmorillonit koagulált állapotba menne át, vagy ilyen állapotba lehetne átvinni, ami már egy lényegesen kedvezőbb talajmorfológiai állapottal járna. Ez esetben komoly eredményűek lennének a morfológiai megjavításra a kationcserés egyszerű megoldások is.

Ásványtani vizsgálatok szerint azonban a 0–35 cm-es talajszint kolloid-frakciója csak 1/3 részben áll kristályos agyagásványból, 2/3 részben amorf alkotórészekből. Az amorf anyagok géljei, mint kolloid-rendszerek, elektrolitokkal való kölcsönhatásaikban igen sok tekintetben különböznek a hidratált agyagásványok géljeitől. (Így többek közt más a gázátbocsátás, a hidroszférák kötésének mértéke, az elektrolitok vándorlása, diffúziós sebessége, adszorpciója, humuszanyag megkötő és humuszképző sajátosságuk rosszabb, míg elektrolit megkötőképességük jobb mint az agyagásványoké.)

Fentiekből következik, hogy minden olyan javítási eljárás, amely vízzel való elárasztás révén (árasztásos öntözés, tótelepítés, tartós talajvízemelés) a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mennyiségét növeli (IX. táblázat), nem fog ilyen löszös altalajú szikeseken javításra vagy só kimosásra vezetni, hanem ellenkezőleg sótermelést, feltáródást, illetve másodlagos szikesedést eredményez. Ilyen talajon a bő víz nem a sókat mossa ki a talajból, hanem azokat termeli.

Hasonlóképpen elektrolitokkal vagy talajforgatással való javítás (pl. meszezés, finom eloszlású  $\text{CaCO}_3$ -t tartalmazó „digó föld” alkalmazása), mely a  $\text{CaCO}_3$ -mennyiségét növeli, serkenti a folyamatot és ha átmenetileg morfológiai javulás bekövetkezik is, tartós talajjavítást nem eredményezhet.

Vizsgálataink szerint a talajminták üledéktérfogatának változása különböző elektrolitokkal igen nagy mennyiségű koaguláltató sót igényel. A hatásos morfológiai talajjavításhoz számításaink szerint sókból és elektrolitokból az eddig alkalmazottaknak sokszorososa lenne szükséges.

Ezzel szemben az agyagásványokon — de még az amorf anyagokon is — nagymértékben adszorbeálódnak az organikus anyagok, különösen a nitrogént tartalmazók. Ezek adszorpciója az agyagásványokon, illetve amorf anyagokon egyúttal anorganiku deszorpciót is előidézik. Tehát a talaj elektrolit-tartalma lecsökken. Véleményünk szerint fenti típusú szikes talajok javítására csak szerves anyagok alkalmasak.

## IRODALOM — LITERATUR

1. Buzágh A.: Kolloidika I—II—III. Akadémiai Kiadó, Bp. 1951. — 2. Di Gléria — Klimcs — Szmik — Dvoraček: Talajfizika és talajkolloidika. Akadémiai Kiadó, Bp. 1957. — 3. Grim R. R.: Clay Mineralogy, London, 1953. — 4. Jasmand K.: Die silicatischen Tonminerale, Weinheim, 1955. — 5. Kreybig L. — Endrődy E.: Über die Abhängigkeit des Vorkommens von Alkaliböden im oberen Tisza-Gebiete Ungarns von der absoluten Höhenlage. Transaction of the Third International Congress of Science, Vol. I, 1935. — 6. Kriván P.: A közép-európai pleisztocén éghajlat tagolódása és a paksi alapselvény. M. All. Földt. Intézet Fvkönyve, XI. III. K. 3. füzet, 1955. — 7. Mihályiné — Lányi I.: A magyarországi löszváltozatok és egyéb hullóporos képződmények osztályozása. Acta Geologica, Academiae Scientiarum Hungaricae. Tomus II. Fasc. 1—2. 1953. — 8. Miháلتz I.: La division des sédiments quaternaires de l'Alföld Acta Geologica. Academiae Scientiarum Hungaricae. Tomus II. Fasc. 1—2. 1953. — 9. Nagy E.: Mezőcsát, Mezőtúr környéki szikes, mezőségi és rétiagytalajok ásványtani vizsgálata, különös tekintettel a foszfor- és káliumtartalmú ásványokra. Beszámoló a Magyar Állami Földtani Intézet Vitaülésének Munkálatairól. Magyar Állami Földtani Intézet 1945. Évi Jelentésének Függeléke, 1946. — 10. Sarkadi J. — Stegényi I.: Előzetes jelentés az 1943. évi Duna—Tisza közti talajismereti feltételekről, különös tekintettel a szikesek keletkezésére. Beszámoló a Magyar Állami Földtani Intézet Vitaüléseinek Munkálatairól. M. All. Földtani Int. 1945. Évi Jelentésének Függeléke, 1946. — 11. Sümegey J.: A Tiszántúl, Földtani Intézet Kiadványai — 12. Scherf E.: Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a sziktalajképződéssel. Földt. Int. Évi Jel. 1925—28. 1935. — 13. Stefanovits P.: Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó, Bp. 1956. — 14. Szabolcsi I.: Hortobágyi talajai. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 1954. — 15. Szádeczky-Kardóss E.: Geokémia, Akadémiai Kiadó, Bp. 1955. — 16. Vendl A. — Takáts T. — Földvári A.: A Budapest környéki löszről. Mat. és Term. Tud. Értesítő 52. K. 1935.

## Über die Rolle des „Alföld-Lösses“ in der Entstehung von Alkaliböden

dr. V. SZÉKY-FUX — K. SZEPESI

Der Zusammenhang zwischen Alkalibodenbildung vom Solonetztyp und eines lössigen Substrats ist in der ungarischen bodenkundlichen Literatur bereits durch manche Geologen beleuchtet worden. Der Prozess jedoch, der unter den nötigen geologischen Voraussetzungen (lössiges Substrat mit viel feinverteiltem  $\text{CaCO}_3$ , eine wasserundurchlässige Schicht nicht allzutief im Liegenden, dauerhafte Bedeckung durch Wasser) zu der Bildung von Alkaliböden führt, blieb ungeklärt. Dieser Prozess ist nun durch die mineralogischen, physikochemischen und kolloidchemischen Untersuchungen der Verfasser an einem Solonetzprofil der Hortobágy-Puszta (Grosse Ungarische Tiefebene) geklärt worden.

Die Bodenproben enthalten Illit-Montmorillonit, Quarz, kleinere Mengen Muskovit, Kalzit, Feldspat und, besonders in der Fraktion unter  $0,5 \mu$ , bedeutende Mengen von amorphem  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  und  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Das bodenbildende Gestein ist der sog. „Alföld-Löss“. Vom Gesichtspunkte der Alkalibodenbildung aus ist besonders das fein verteilte, gefällte (nicht-detritische!)  $\text{CaCO}_3$  des (lehmigen) Alföld-Lösses von Wichtigkeit. Laut der Untersuchungen ergibt diese Substanz mit Wasser  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , das die Aufschliessung der kristallinen Silikate in bedeutendem Masse beschleunigt. Die Aufschliessung des Feldspats und Muskovits ergibt dann Illit, Montmorillonit, amorphe Substanzen und anorganische Elektrolyte.

Die Alkalibodenbildung bzw. die Entstehung einer unvorteilhaften Bodenstruktur wird in erster Reihe nicht durch die Anhäufung von Natrium oder anderer wasserlöslichen Ionen in den Hortobágy-Böden mit lössigem Substrat hervorgerufen, sondern durch die grosse Menge amorpher Substanzen, die durch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  aus den kristallinen Bodensilikaten produziert werden. Die humusbildenden und -bindenden Eigenschaften dieser amorphen Substanzen sind ihrer Natur gemäss ungünstiger als die entsprechenden Eigenschaften der Tonminerale.

Der Alkaliboden vom Solonetztyp kann daher nicht als ein einfaches Ternärsystem Wasser—Elektrolyt—kristalline Tonminerale aufgefasst werden. Deshalb erfüllen diese Böden auch die Gesetzmässigkeiten solcher Systeme nicht.

Auf Grund der besprochenen Umstände wird die Staubewässerung und jegliche Einrichtung, die das Niveau des Bodenwassers hebt, bei den Solonetzböden mit lössigem Substrat und von ähnlicher geologischer Lage den Prozess der Alkalisierung nicht hindern, sondern, im Gegenteil, fördern.