

## Kilúgzási modellkísérletek szíriai talajokon

AL SALEH IBRAHIM KHALIL, RÉDLY LÁSZLÓNÉ és SZABOLCS ISTVÁN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A száraz övezetek természeti viszonyai csak feltételesen teszik lehetővé a mezőgazdasági termelést. Közismert, hogy az arid- és szemi-arid övezetekben - kevés kivétellel - csak öntözéssel lehet megfelelő terméseket elérni. Ennek alapján az öntözéses földművelés e területeken évezredek óta folyik. A kedvező eredmények mellett azonban ez igen súlyos környezeti károsodásokkal is jár /SZABOLCS, 1989/.

Hosszú idő óta ismert az öntözött területek másodlagos szikesedése, amely a sófelhalmozódás következményeként jelenleg, és az arid zóna öntözéseiben igen gyakori és évente több tízmillió hektár öntözésre berendezett terület leromlásával jár.

A növekvő népesség és az élelmiszerek iránti fokozott igény következtében nő az arid és szemi-arid öntözött területek kiterjedése és ez a növekedés a jövőben is folytatódik. Sajnos, ezzel együtt olyan mértékben növekszik a másodlagosan szikesedett és elláposodott területek kiterjedése, hogy ma már nemcsak a mezőgazdaságot, hanem az egész környezetet fenyegető problémává válik. Közismertek azok az adatok, amelyek szinte minden kontinensen mutatják e káros folyamat terjedését /SZABOLCS, 1989/. Ennek ellenére, a jelenleg folyó és tervezett öntözések nem számolnak kellőképpen a veszéllyel, nem teszik meg idejében a szükséges lépéseket annak megelőzésére, vagy legalább mérséklésére.

Miután a szikesedés - jóllehet komplex környezeti jelenség - alapvetően mégis talajtani folyamat következménye, a talajtani vizsgálatok elsőrendűen fontosak e probléma tisztázásához és megoldásához. Nem szűkölködik a talajtani szakirodalom az öntözésnek a sóforgalomra gyakorolt hatásával kapcsolatos szakdolgozatokban és könyvekben, mégis elég hiányosak az ismeretek egyes konkrét esetekben az öntözésnek a szikesedésre gyakorolt hatásának előrejelzéséről. Ennek alapvető oka, hogy egyrészt olyan elméletileg helyes kísérletek folynak, amelyek szabadföldi viszonyok között nem mindig értelmezhetők, másrészt a gazdálkodás során tett megfigyelések és mért értékek nem mindig rendelkeztek megfelelő elméleti alátámasztással ahhoz, hogy azok más helyeken vagy időben adaptálhatók legyenek.

Az utóbbi évtizedekben a modellkísérletek komoly segítséget nyújtanak abban, hogy egy adott helyen, adott körülmények között várható sóforgalmi folyamatokat ne csak jellemezhessük, de hatásukat előre is jelezhessük /KOVDA és SZABOLCS, 1979/.

A fenti elvek alapján mutatkozott célszerűnek, hogy modellkísérleteket végezzünk olyan szíriai talajok esetében, amelyek hasznosítása csakis öntözéssel lehetséges, és vizsgáljuk a sóforgalomban bekövetkező változásokat. E modellkísérletek természetesen leegyszerűsített feltételek között kerültek beállításra. Ez alapvetően abból a célból történt, hogy a legfőbb tényezőket kiválasztva, a sóforgalom döntő irányait és uralkodó trendjeit jellemezhessük olyan igénnyel, hogy abból ne csak a talajképződési folyamatokra, hanem az öntözés során felmerülő lehetséges változásokra is megfelelő információkat kaphassunk.

### A kísérlethez felhasznált talajok jellemzése

A modellkísérlethez Szíria keleti részében, az Eufrátesz folyó alsó völgyében feltárt három talajszelvény mintáit használtuk. A szelvények környezetének természetföldrajzi viszonyai az alábbiak:

- A talajképző kőzet a neogén korban, a Kvarter időszakban keletkezett. Ennek megfelelően nagy mennyiségben tartalmaz kalcium-karbonátot és kalcium-szulfátot /AL SALEH, 1991a,b; BURDON, 1958; BURDON és MAZLOUM, 1961; REINHARD, 1967/.

- A terület éghajlatára jellemző, hogy a lehulló évi csapadék mennyisége 200 mm-nél kisebb évente. A csapadék átlagos eloszlása évszakonként a következő: ősszel 10 %, télen 60 %, tavasszal 30 %, nyáron 0. A hőmérséklet nyáron néha eléri a 48 °C-ot /átlaghőmérséklet 39 °C/, télen viszont 0 fok is lehet /átlag + 7 °C/ /M.A.A.R. jelentés, 1981; ODAT és YOUSF, 1979; REINHARD, 1967/.

- A terület geomorfológiai és hidrológiai szempontból két részre osztható:

a/ Az Eufrátesz alsó völgye. A terület mezőgazdasági szempontból jelentős. A helytelen földhasználat következtében számos helyen szikesedési, láposodási folyamatok mentek végbe. A talajvízszint a felszínhez közel helyezkedik el és egyes - különösen mélyebb fekvésű - helyeken eléri a felszínt /ABUKHALID, 1972/.

b/ Az előzőnél 10-15 m-rel magasabban elhelyezkedő terület. Mezőgazdasági szempontból jelentéktelen, csak gyér legelőként hasznosítható. Ez a terület nagy szerepet játszik az Eufrátesz alsó völgyében kialakuló szikesedési és láposodási folyamatokban. Az öntözésen kívül a nedves időszakban, a térszín különbözősége miatt a felszíni víz és talajvíz az Eufrátesz völgyébe folyik és elősegíti ott nemcsak a láposodást, hanem a szikesedést is. A talajszelvények környezeti viszonyainak néhány jellemzőjét az 1. táblázatban közöljük.

Az Eufrátesz völgyében a sós talajok területén egy talajszelvényt tártunk fel /1. szelvény/. A helyszíni vizsgálatok szerint: a talajok pH-ja 7-8 közötti, sósav hatására erősen pezsegnek, bárium-klorid hatására a talaj vizes szuszpenziójának szűrlete kissé opálos fehér színű, mutatva a szulfátok jelenlétét.

A Gezira terület talajai a gipszes talajokhoz /Gypsisols/ sorolhatók. A területen egy talajszelvényt tártunk fel /2. szelvény/. A helyszíni vizsgálatok szerint a pH-érték a felső 0-20 cm-es rétegben 7-8, az alsó 50-70 cm-es rétegben pedig 7-körüli. A felső réteg sósavval erősen, az alsó gyengén pezseg. A felső réteg talajának vizes szuszpenziója szűrletében bárium-klorid hatására fehér színű csapadék nem látható, az alsó rétegben viszont sűrű, fehér színű csapadék válik ki, mutatva a talaj nagy szulfáttartalmát.

Ugyancsak az Eufrátesz völgyében az öntéstalajok területén tártunk fel egy talajszelvényt /3. szelvény/. A helyszíni vizsgálatok szerint a talaj pH-ja 8-körüli, sósavval erősen pezseg és bárium-klorid hatására a vizes szuszpenzió szűrlete egyes esetekben opálos fehér színű, más esetekben ez nem tapasztalható.

1. táblázat  
A talajszelvények környezeti viszonyainak néhány jellemzője

/1/ Szel- vény száma	/2/ Szelvény helye	/3/ Tengerszint feletti magasság, m	/4/ talaj- típus	/5/ Tér- szin jellem- zője	/6/ Évi csa- padék átlaga, mm	/7/ Hőmérséklet, °C		/10/ Növényzet
						/8/ nyáron	/9/ télen	
1.	Eufrátesz völgy alsó részén /Geranigy faluban/	195	a/ sós talaj	d/ vadi terület /hullá- mos tér- szin/	<200	35-40	2-10	g/ gyér, sóttü- rő növény- zet
2.	Badiet Elgezira /Mezopo- támia/ /Kiskia faluban/	220	b/ gipszes talaj	e/ hullámos tér- színi terület	<200	35-40	2-10	h/ gyér, szá- razságtűrő növények
3.	Eufrátesz völgy /Abuhamam faluban/	200	c/ alluvi- ális /öntés/ talaj	f/ vadi- környék	<200	35-40	2-10	i/ búza, árpa lencse, gyapot, kukorica, zöldség és más kultúr- növények

### 1. talajszelvény

Terület: Eufrátesz völgy. Hullámos térszínű terület a folyótól 5 km-re északkeletre, mocsár környékén /ettől 50 m-re/.

Szelvény helye: Geranigy faluban /Imoeh/, az olajvezeték-től 56-60 km-re délkeletre.

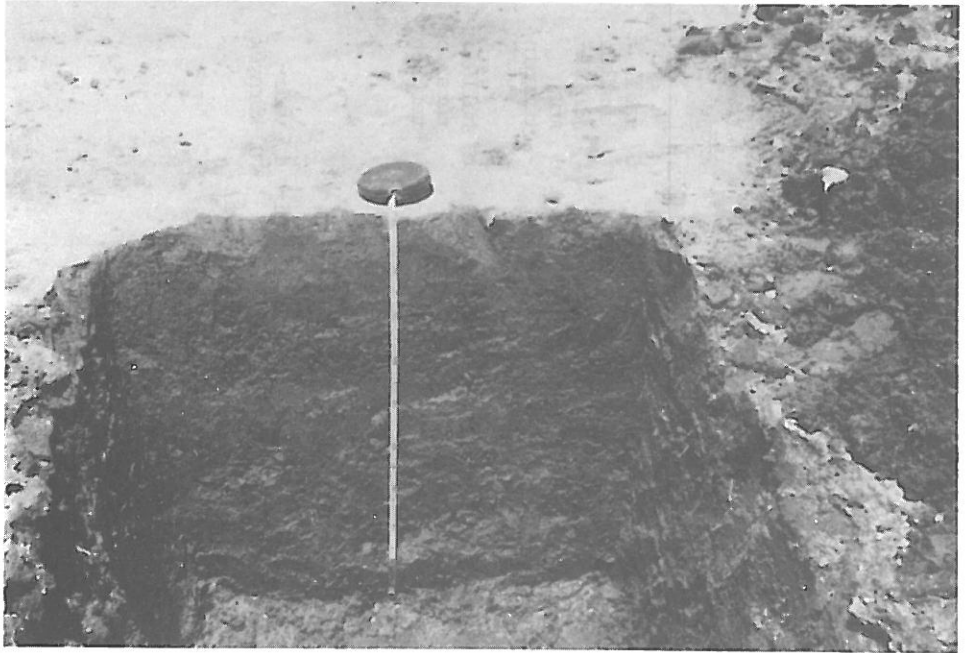
Növényzet: Gyér, sötétű növényzet.

Talajvízszint: 70 cm.

A szelvény leírása: mélysége 80 cm, szélessége 60 cm.

0 - 1 cm	Fehér színű sókéreg.
1 - 4 cm	Sötétszürke színű, kis rozsdavörös foltokkal. Morzsás szerkezetű nedves szint. Növényi gyökereket nem tartalmaz.
4 - 6 cm	Rozsdabarna színű, nedves, kis fehér foltokkal. Morzsás szerkezetű.
6 - 20 cm	Barnás, világosszürke színű, rozsdaszínű foltokkal. Erősen nedves morzsás szerkezetű. Növényi hajszálgököket tartalmaz.
20 - 40 cm	Barna színű, morzsás szerkezetű, erősen nedves. Növényi hajszálgököket tartalmaz.
40 - 60 cm	Sötétbarna színű, igen erősen nedves, morzsás szerkezetű /homokos vályog réteg/. Nagymennyiségű növényi hajszálgököket tartalmaz.

Talajtípus: Sós talaj /szoloncsák/.



1. ábra

Sós talaj szelvénye az Eufrátesz völgy alsó részén, Geranigy faluban /Szíria/

## 2. talajszelvény

Terület: Sivatagi terület, régen északkelet Eufrátesz völgyének /Mezopotámia/ neveztek, most Badiet El-Gezira. Kb. 15 m-rel magasabban fekszik az Eufrátesz völgyénél, hullámos térszíni terület lejtős részén.

Szelvény helye: Kiskia faluban /Szedir/, a mezőgazdasági repülőtértől 4 km-re északkeletre.

Növényzet: Gyér legelő, csak szárazságtűrő növényekkel.

A szelvény leírása: mélysége 100 cm, szélessége 65 cm.

0 - 20 cm	Világosszürke, vörösbe hajló színű, morzsás szerkezetű vályog. HCl-ra erősen pezseg. Száraz. A felső részén sok növényi gyökér található.
20 - 45 cm	Világos rózsaszínű, erősen nedves, fehér foltokat tartalmaz. Kevés növényi gyökér. Morzsás szerkezetű, tele van opálos kristályokkal.
45 - 70 cm	Világos vörös, fakó rózsaszínű, a felső szinteknél nedvesebb. Kevés növényi gyökér található, fehér foltok láthatók.
70 - 100 cm	Világos vörös, vörössel átszótt fehér színű. Kissé nedves. Növényi gyökereket nem tartalmaz. Morzsás szerkezetű. Opálos kristályok láthatók.

Talajtípus: Gipszes talaj /Gypsisol/.

## 3. talajszelvény

Terület: Eufrátesz völgye, 1,5 km-re a folyótól, a Sóstótól 200 m-re és az öntözőcsatornától 50 m-re.

Szelvény helye: Abuhamam faluban Serriah tanyától 700 m-re északra.

Növényzet: búza, árpa, kukorica, gyapot, lencse, zöldség. Jó vetésforgót alkalmaznak.

Szelvény leírása: mélysége 100 cm, szélessége 60 cm.

0 - 10 cm	Világosszürke színű, száraz, enyhén tömődött, kis repedéseket tartalmaz. Sok növényi gyökér található.
10 - 20 cm	Sötétszürke színű, nedves, enyhén tömődött réteg. Növényi gyökereket tartalmaz.
20 - 30 cm	Barnásszürke, nedves szint, ujjal jól alakítható /vályogos agyag/. Kevés növényi gyökér található.
30 - 50 cm	Sötétszürke színű nedves szint, kevés növényi gyökereket tartalmaz.
50 - 70 cm	Sötét barnásszürke színű, morzsás szerkezetű nedves szint, kevés növényi gyökér látható.
70 - 100 cm	Világosbarna, nedves szint. Kevesebb növényi gyökereket tartalmaz /puha/. Morzsás szerkezetű.

Talajtípus: Ötös /alluviális/ talaj. Más osztályozás szerint Fluvisol, Entisol.

Értékeltek és összehasonlítottuk a talajminták fizikai, kémiai és fizikai-kémiai tulajdonságait. Minden szelvényből a felső 20 cm-es réteget használtuk.



2. ábra  
Gipszes talajszelvény Badiet El-  
gezira területén /Kiskia faluban/



3. ábra  
Öntés /alluviális/ talajszelvény  
az Eufrátesz völgyben /Abuhamam  
faluban/ /Szíria/

*Az elvégzett elemzések és alkalmazott módszerek a következők:*  
 Mechanikai összetétel meghatározása a Kacsinszki-féle előkezelés után pipettás módszerrel történt /BALLENEGGER és DI GLÉRIA, 1962/. Teljes kémiai elemzés: Az elemi összetétel meghatározása a talajok nátrium- kálium-karbonátos feltárása /ömlesztés/ után, gravimetriás, lángfotométeres és atomabszorpciós módszerrel történt /BUZÁS, 1988/. Sótartalom és -összetétel meghatározása az 1:5 arányú vizes kivonat elemzése alapján történt /BALLENEGGER és DI GLÉRIA, 1962/. A mozgékony kationok mennyiségét ammonium-acetátos módszerrel határoztuk meg /DARAB és FERENCZ, 1969/. A szénsavas mész meghatározását Scheibler-féle kalciméterrel végeztük /DARAB és FERENCZ, 1969/. A gipsztartalom meghatározása a sósavas kivonathól acetonos kicsapással, gravimetriás módszerrel, közvetlen mérés alapján történt /BALLENEGGER és DI GLÉRIA, 1962/.

2. táblázat  
 A vizsgált talajok mechanikai összetétele

/1/ Szel- vény szám	/2/ Higrosz- kópos nedves- ség, %	/3/ Sósavas vesz- teség g	/4/ Szemcsefrakciók /abszolút száraz talaj tömegé- re vonatkoztatva/ %	mm					
				>0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,05- 0,001	<0,001
1.	2,655	3,767	27,6	0,15	17,71	24,57	6,74	14,77	8,46
2.	1,745	3,142	22,4	9,07	36,39	9,23	3,54	6,56	12,81
3.	2,352	3,836	27,84	0,11	12,28	27,51	8,24	14,78	9,24

A 2. táblázatban a talajok mechanikai összetételét /szemcsefrakciók/ a száraz talaj abszolút súlyára vonatkoztatva adtuk meg.

A sós talajminta esetében szembevetünk a sósavas kezelés esetén beálló jelentős súlyvesztés. A mechanikai frakciókban a 0,25-0,01 mm közötti szemcseátmérőjük dominálnak. A vizsgált minta közepes mechanikai összetételű. A fizikai agyag közel 30 %.

A gipszes talaj a sósavas kezelés során jelentős veszteséget mutatott. A szemcsefrakciók közül a 0,25-0,05 mm-es dominál. A vizsgált talaj könnyű mechanikai összetételű, a fizikai agyag 22 %.

Az alluviális talaj sósavas kezelése során szintén jelentős súlyvesztés állt be. A mechanikai frakciók közül a 0,05-0,01 mm közötti szemcseátmérőjük uralkodnak. A talaj közepes mechanikai összetételű, a fizikai agyag 32,26 %.

A 3. táblázat a talajok teljes kémiai elemzési adatait mutatja. Az oxidokban kifejezett alkotórészek mennyiségét 100 g eredeti talajra vonatkoztattuk.

- A sós talaj előkészítése során jelentős a súlyvesztés. Nagy mennyiségű a kalcium /CaO/ és a szulfát /SO<sub>4</sub>/ . A nátrium /Na<sub>2</sub>O/ mennyisége is jelentős. A szilikátok /SiO<sub>2</sub>/ mennyisége 44,05 %, a másfélszeres oxidoké /R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ pedig 16,16%.

- A gipszes talaj kezelése során szintén jelentős súlyvesztés mutatkozott. A kalciumvegyületek mennyisége itt is jelentős. A szilikátok mennyisége uralkodó /SiO<sub>2</sub> = 57 %/, a másfélszeres oxidok /R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ mennyisége 9-11 %.

- Az alluviális talaj előkészítése során is jelentős a súlyvesztés. A szilikátok, másfélszeres oxidok és a kalciumvegyületek mennyisége a sós talajmintáéhoz hasonló, ugyanakkor a nátrium és a szulfát kisebb mennyiségű.

## 3. táblázat

A talajok teljes kémiai elemzésének adatai /eredeti talaj 100 g tömegére számítva/

/1/ Szel- vény száma	/2/ Súly- vesz- téség	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub>	/3/ összes
1.	13,188	44,049	16,249	6,032	10,214	13,339	5,611	0,113	2,045	1,611	2,643	98,848
2.	11,958	57,330	9,692	4,463	5,229	13,727	3,294	0,060	0,971	1,174	1,400	98,206
3.	14,607	46,251	18,028	5,642	12,386	12,536	4,681	0,094	1,534	1,567	0,245	99,552

## 4. táblázat

A vizsgált talajok 1:5 arányú vizes kivonatának kémiai összetétele

/1/ Szel- vény száma	pH	EC mS/cm	me/100 g						g/100 g						
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Összes kation	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Összes anion	Száraz Izzítási maradék	/6/ Összes só	
1.	6,1	10,24	16,588	15,318	1,308	38,696	71,910	-	0,005	30,857	41,000	71,862	5,117	4,283	4,384
2.	7,0	0,82	4,643	0,556	0,110	0,374	5,683	-	0,165	5,988	0,220	6,373	0,505	0,413	0,418
3.	7,5	0,13	0,318	0,318	0,059	0,148	0,843	-	0,280	0,064	0,240	0,584	0,071	0,034	0,070



A talajok sótartalmát és összetételét a 4. táblázatban az 1:5 vizes kivonat adatai mutatják.

A sós talajminta kémhatása enyhén savanyú /pH = 6,1/. A vizes kivonat elektromos vezetőképessége /EC/ 10,24 mS/cm. A kationok közül a nátriumionok dominálnak, a kalcium és magnézium mennyisége is jelentős. Az anionok között a kloridok és szulfátok uralkodnak. A hidrokarbonátok mennyisége kevés.

A gipszes talaj vizes kivonatának kémhatása semleges, aminek a gipsztartalom mellett jelenlévő jelentős kalciumkarbonát-tartalom az oka. Az elektromos vezetőképesség 0,82 mS/cm. A kationok között a talajszelvényben a kalcium az uralkodó, az anionok között pedig a szulfátok dominálnak. A kalcium mennyisége az összes kation 81,7 %-a.

Az alluviális talaj vizes kivonatának kémhatása közel semleges. Az elektromos vezetőképesség értéke szerint a sótartalom kicsi. A vizes kivonat összes kation- és aniontartalma ennek megfelelően szintén kicsi.

#### 5. táblázat

A vizsgált talajok kationkicserélő kapacitása és a mozgékony /NH<sub>4</sub>-acetáttal kivonható/ oldható+kicserélhető kationok

/1/ Szelvény száma	/2/ Kationki- cserélő ka- pacitás /"T" érték/ me/100 g	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	/3/ Mozgékony kationok összege me/100 g
		me/100 g				
1.	19,78	75,4	44,2	1,57	46,19	167,37
2.	12,61	39,0	11,7	0,92	1,59	53,21
3.	24,35	33,8	10,9	0,73	1,47	46,91

Az 5. táblázat a talajminták mozgékony kationjait tünteti fel.

Az 1. mintában /sós talaj/ jelenlévő mozgékony /oldható + kicserélhető/ kationok közül a kalciumionok mellett a nátrium és magnézium mennyisége viszonylag nagy. A mozgékony kationok magukban foglalják a kicserélhető és a talajban jelenlévő mészből és gipszből oldatba jutott kationokat. A kationkicserélő kapacitás 19,78 me/100 g.

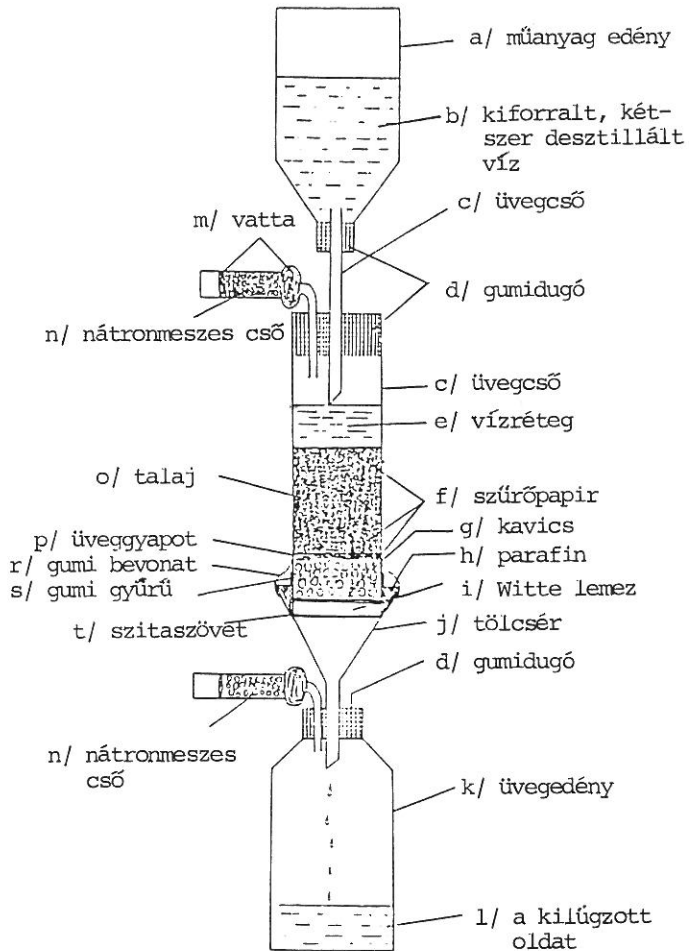
A 2. talajminta /gipszes talaj/ kationkicserélő kapacitása az előző talajénál kisebb, 12,61 me/100 g. A mozgékony kationok közül a Ca mellett viszonylag sok magnézium található, ugyanakkor a nátrium mennyisége kicsi.

Az öntéstalajban /3. minta/ jelenlévő mozgékony kationok mennyisége és összetétele az előző mintához hasonló, a kationkicserélő kapacitás viszont közel kétszerese /24,35 me/100 g/ a gipszes talajénak.

Mindhárom talajminta CaCO<sub>3</sub>-tartalma 20 % feletti.

### Kilúgzási modellkísérletek

A kilúgzási talajoszlop modellkísérletek - amelyekhez egyszerű kísérleti berendezést készítettünk - célja az volt, hogy a lehetőségek szerint szimuláljuk a Kelet-szíriai Eufrátesz völgy szikes talajainak felső szintjében a kilúgzási folyamatokat és megfigyeljük hogyan változnak elsősorban kémiai tulajdonságaik. A végbemenő folyamatok ismerete alapján jobban megítélhetjük ugyanis a hasznosítás során feltétlenül szükséges gyakorlati beavatkozások /öntözés, kimosás, drénezés/ eredményességét és környezeti hatásait.



4. ábra  
 A kísérleti berendezés vázlatos rajza

A kísérleti berendezés a 4. ábrán látható. Részei:

- A vízadagoló rész /műanyag edény, gumidugó, üvegcső/;
- 20 cm hosszú, 3,5 cm átmérőjű üvegcső, alján Witte lemez, szitaszövet, szűrőpapír, üvegyapot, kimosott tiszta gyöngykavics, gumigyűrű, gumidugó, nátronmeszes cső, tölcsér, parafin.

A csőbe 100 g talajmintát mértünk, a talajoszlop hossza a kísérlet kezdetén 8 cm volt.

- Az oszlop alján kifolyó oldatot összegyűjtő rész /üvegedény, gumidugó, nátronmeszes cső/.

Az üvegcső aljához tölcsért erősítettünk, paraffinnal vontuk be és gumidugóval rögzítettük. A kilúgzás desztillált vízzel történt és 6 hétig tartott. Minden talajnál három ismétlést állítottunk be. A kilúgzás az ismétlések esetében egyidőben történt.

A nátronmeszes cső alkalmazásával az volt a célunk, hogy a kísérlet alatt a levegő  $\text{CO}_2$ -jének hatását minimálisra csökkentjük.

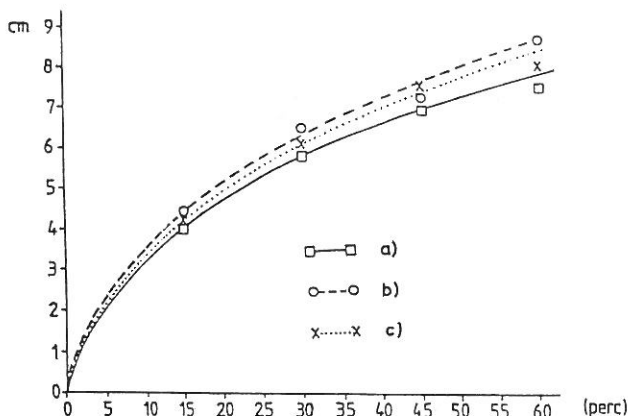
A kísérlet során a következő megfigyeléseket, vizsgálatokat végeztük:

- nedvesedési front előrehaladási sebességének megfigyelése a talajoszlópokban;
- a talajoszlop magassága változásának megfigyelése a kísérlet folyamán;
- az oszlopokból kifolyó oldat térfogatának mérése 24 óránként;
- az oszlopokból kifolyó oldat száraz- és izzítási maradéka, elektromos vezetőképessége, valamint kémiai összetételének /kationok és anionok/ meghatározása hetenkénti mintavételből;
- a talaj  $\text{CaCO}_3$ - és gipsztartalma változásának mérése az eredeti és a kilúgzott talajban mért mennyiségek alapján.

### Az eredmények értékelése

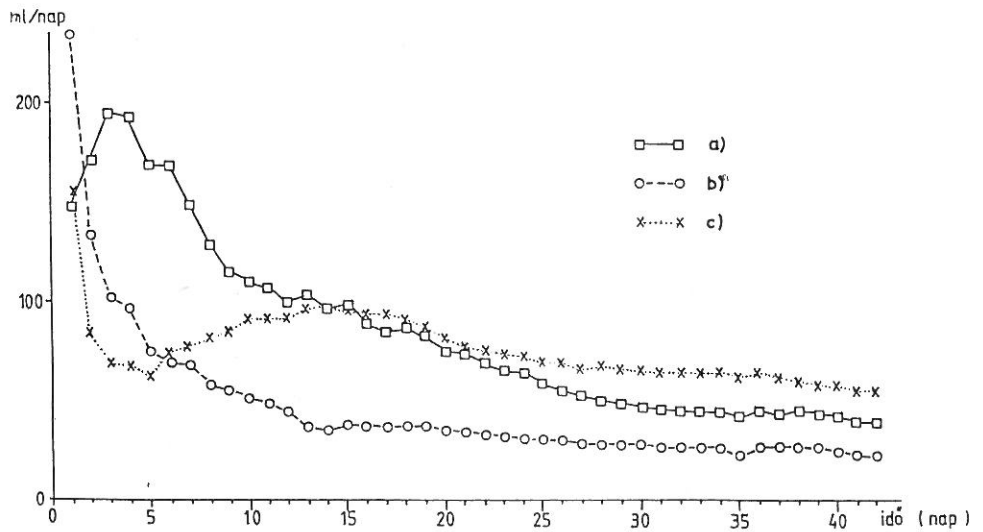
A nedvesedési front előrehaladásának ábrázolásakor /5. ábra/ a görbékben három párhuzamos mérés átlagát tüntettük fel. Az ábrán megkülönböztethető a háromféle talajon a nedvesedési front mozgásának jellege. A nedvesedési front időben történő előrehaladása telítési görbe szerint változott. Az oldat lefelé mozgása a gipszes talajokban volt a leggyorsabb. Ennél valamivel lassabban haladt előre az oldat az öntés talajoszlópban. Viszonylag a leglassabban mozgott a nedvesedési front a sós talajban. A gipszes talaj esetén a görbe gyors kezdeti emelkedést mutat, a sós talajnál a kezdeti emelkedés kevésbé meredek. Az öntés talajban a nedvesedési front mozgásának görbéje az előbbi kettő közé esik.

Az oszlopon átfolyt oldat térfogatának - mindhárom talajmintában, minden ismétlésben, 24 óránként történő - mérése alapján /6. ábra/ kitűnik, hogy a gipszes talajoszlópokból az első napon nagy oldatmennyiség lépett ki. A kifolyó oldat térfogata a második napon már jóval kisebb volt. A sós talajokból az első négy napon az előző talajéhoz képest kevesebb oldat lúgózódott ki. Az átfolyt mennyiség a negyedik napig folyamatosan emelkedett, utána kezdett csak csökkenni. A gipszes talajok kilúgzási görbéje gyors le-



5. ábra

A talajoszlópok nedvesedési frontjának időbeni változása. Függőleges tengely: nedvesedés, cm. a/ Sós talaj; b/ Gipszes talaj; c/ öntés /alluviális/ talaj



6. ábra

Az oszlopokon átfolyt oldat térfogatának változása az idő függvényében.  
a/-c/: lásd 5. ábra

futást mutat az első hét napon, majd fokozatosan csökkent a 14. napig, utána a 42. napig a kilúgzott vízmennyiség alig csökkent tovább. Az öntés talajok oszlopán átfolyt oldat térfogata az első napon kevesebb, mint a gipszes, és valamivel nagyobb, mint a sós talajokból kilúgzódott oldaté. Fokozatosan csökkent öt napig, utána kissé megemelkedett és a 17. nap után újra valamelyest csökkent. A kilúgzódott oldat térfogatának megfigyelését 42 napig végeztük, naponként. A három ismétlés átlagértékeit tüntettük fel a kilúgzási görbén.

A megfigyelési idő alatt a kilúgzott oldatból hat mintát vettünk /hat héten keresztül hetenként/. A mintákban a pH értéket, az elektromos vezetőképesség /EC/ értékét, a kationok / $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ / és anionok / $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ / mennyiségét, a száraz- és izzítási maradékot határoztuk meg. A módszerek a talajminták jellemzésekor használtakkal azonosak voltak. A talajokon átfolyt oldatok elemzési adatait a 6. táblázatban közöljük, római számokkal jelezzük az egyes hetek mintavételének adatait.

A sós talajoszlopon átfolyt oldatok kémiai összetételét /I-VI/ a három ismétlésben végzett mérések átlagai alapján kitűnik, hogy az első héten összegyűjtött oldat /első kivonat/ nagy mennyiségű kationt és aniont tartalmaz.  $\text{Na}^+$  és  $\text{Ca}^{2+}$  kationok nagy mennyiségben mosódnak ki. A nátrium mennyisége 32,08 me/l, a kalciumé pedig 28,7 me/l. A magnézium szintén elég nagy mennyiségben mosódott ki /19,31 me/l/. Az anionok közül a szulfátok és kloridok mosódnak ki igen nagy mennyiségben. A szulfát mennyisége 48,12 me/l, a kloridé 37,60 me/l. Az átszivárgó oldat kémhatása semleges körüli /pH 6,9/, elektromos vezetőképessége 5,99 mS/cm.

A második héten kilúgzott oldatban /második kivonat/ a nátriumionok mennyisége már jóval kisebb az első héthez viszonyítva. A kloridionok mennyisége is nagymértékben csökkent, tehát az első héten mosódott ki a legtöbb klorid és nátrium. A második héten kalciumból még minden nagy mennyiség mérhető az átfolyt oldatban /22,48 me/l/. A magnéziumionok mennyisége 2,36 me/l, elég nagymennyiségű szulfát is kimosódott a második héten /21,58

6. táblázat  
 Kilógzott oldát összetétele /hat héten keresztül történt megfigyelés alapján kationok-kationok, me/l,  
 három mérés átlaga, mintavétel hetenként

/1/ Mintavé- teli idő, hét	pH	EC mS/cm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	/2/ összes kation		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	/3/ összes anion
							talaj /1. minta/	talaj /2. minta/					
A. Sós talaj /1. minta/													
I.	6,9	5,99	28,70	19,31	1,36	32,08	82,05		0,28	48,12	37,60	86,01	
II.	7,9	1,74	22,48	2,36	0,26	0,64	25,75		0,46	21,58	0,66	22,70	
III.	7,6	0,30	2,20	1,72	0,04	0,18	4,14		0,98	2,06	0,42	3,47	
IV.	7,6	0,11	0,90	0,95	0,05	0,15	1,71		0,94	0,08	0,32	1,33	
V.	7,3	0,11	1,02	0,45	0,05	0,15	1,67		0,69	0,10	0,32	1,12	
VI.	7,1	0,10	0,91	0,58	0,05	0,14	1,69		1,04	0,0	0,55	1,65	
B. Gipszes talaj /2. minta/													
I.	7,6	0,62	7,17	1,52	0,25	0,58	9,53		0,50	7,26	0,40	8,16	
II.	8,0	0,13	0,87	1,06	0,08	0,18	2,18		0,67	0,57	0,47	1,70	
III.	7,9	0,12	0,53	1,11	0,06	0,17	1,86		0,81	0,49	0,43	1,72	
IV.	7,5	0,12	0,87	1,23	0,07	0,18	2,36		0,74	0,02	0,44	1,23	
V.	7,5	0,14	1,20	1,00	0,06	0,21	2,48		1,28	0,08	0,29	1,62	
VI.	7,2	0,11	1,16	0,71	0,05	0,21	2,14		1,37	0,14	0,32	1,83	
C. Öntés /alluviális/ talaj /3. minta/													
I.	8,0	0,28	1,81	1,71	0,26	0,57	4,35		2,43	1,52	0,60	4,55	
II.	8,1	0,23	1,53	2,20	0,12	0,08	3,93		2,29	0,46	0,85	3,60	
III.	7,9	0,22	1,67	2,12	0,08	0,04	3,90		2,29	0,46	0,48	3,24	
IV.	7,8	0,20	1,61	1,65	0,08	0,06	3,41		2,09	0,02	0,58	2,69	
V.	7,6	0,20	1,50	1,48	0,08	0,08	3,14		1,95	0,05	0,22	2,26	
VI.	7,4	0,16	1,68	0,09	0,05	0,08	2,80		2,07	0,05	0,30	2,42	

me/l/. Az egyébként kis mennyiségű hidrokarbonát az első heti eredményekhez képest növekedett a pH-értékkel /6,9-ről 7,9-re/ párhuzamosan. Az elektromos vezetőképesség az első héten mért érték egyharmadára csökkent /EC = 1,74 mS/cm/.

A harmadik héten összegyűjtött oldat kémhatása, pH = 7,6, elektromos vezetőképessége a második héthez viszonyítva nagymértékben csökkent. Az oldatban a kimosódott kationok és anionok vizsgálata azt mutatja, hogy a kalciumionok mennyisége nagymértékben csökkent, a második héthez viszonyítva már csak 2,20 me/l. A magnézium és nátrium mennyisége kevésbé csökkent a II. és III., mint az I. és II. kivonat között.

Az anionok közül a szulfátionok mennyisége a második hét adataihoz viszonyítva jóval kisebb, a második héten mért 21,58-ről 2,06 me/l-re csökkent.

7. táblázat  
Gipszveszteség a kimosás során

/1/ Talajtípus	/2/ Gipsz mennyisége az eredeti talajban /%/	/3/ Gipsz mennyisége a kimosott talajban /%/	/4/ Kimosódott gipsz mennyisége /%/	/5/ Kimosódott gipsz-mennyiség az összes CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O-tartalom %-ában
a/ Sós talaj	8,05	0,31	7,74	96,15
b/ Gipszes talaj	2,02	0,46	1,56	77,23
c/ Üntés talaj	0,16	-	-	-

A sós talajoszlop desztillált vízzel történő kilúgzása során az eredetileg a talajban lévő összes gipsz 96,15 %-a mosódott ki /7. táblázat/.

A sós talajban lévő különböző sók tehát különböző mértékben és sebességgel mosódnak ki. A nátriumionok gyorsan, és az első héten gyakorlatilag teljesen kimosódtak. A magnéziumionok kimosódása a nátriuménál kissé lassabb. A kalciumionok fokozatosan mosódnak ki a harmadik hétig. A harmadik héttől a megfigyelési idő végéig a kimosódott kationok mennyisége már alig változik. A kloridionok az első héten szintén gyorsan és gyakorlatilag teljes mértékben kimosódnak. A szulfátionok lassabban /3 hét alatt/ mosódnak ki, a negyedik héten már alig található SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a kilúgzott oldatban. A hidrokarbonát-ionok mennyisége kismértékű növekedést mutatott az egész megfigyelési idő alatt.

A sós talajok oszlopának magassága a kimosás során kissé csökkent. A kísérlet kezdetén 8 cm volt, a megfigyelési idő végén pedig 7,7 cm, tehát a talajoszlop mindössze 0,3 cm-rel lett rövidebb.

A gipszes talajoszlopon átfolyt oldat kémiai összetétele a hat héten keresztül történő mérések alapján, ugyancsak a 6. táblázatban látható. Az első héten kilúgzódott kationok között a kalciumionok uralkodnak /7,17 me/l/. A magnézium mennyisége 1,52 me/l, a nátriumé pedig 0,58 me/l. Az anionok közül a szulfátok dominálnak az oszlopon átszivárgott oldatban /7,26 me/l/. A kilúgzott hidrokarbonát- és kloridionok mennyisége csak 0,5 me/l körüli. Az első héten a gipszes talajból kilúgzott oldat kémhatása pH = 7,6 volt, az elektromos vezetőképesség 0,62 mS/cm.

A második héten az átfolyt oldatban a kilúgzódott kalcium- és szulfátionok mennyisége már nagyon kicsi. A magnézium mennyisége valamelyest még csökkent.

A harmadik héten kilúgzott oldatban az ionok mennyisége valamivel kevesebb, mint a második héten mért oldatokban, kivétel a magnézium, amelynek mennyisége nem változott. A hidrokarbonátok mennyisége kissé növekedett, viszont a szulfáté csökkent, a klorid mennyisége pedig a második héten kimosódott mennyiséghez hasonló. Az oldat kémhatása és elektromos vezetőképessége a második hét adataihoz viszonyítva nem változott.

A negyedik héten az átfolyt oldatban a szulfát mennyisége elérte a minimumot. A kloridok mennyisége nem változott tovább. A kalcium mennyisége a harmadik hét adataihoz viszonyítva valamivel nagyobb.

Az ötödik és hatodik héten az átfolyt oldatban az ionok mennyisége hasonló a negyedik hét adataihoz, azzal a különbséggel, hogy a hidrokarbonát és a kalcium mennyisége valamivel nagyobb. A gipszes talajmintában tehát a jelenlévő sók /elsősorban gipsz/ négy hét alatt mosódnak ki gyakorlatilag teljes mértékben. A talaj eredeti gipsztartalmának 77,23 %-a távozott /7. táblázat/. Ez abból a szempontból fontos, hogy a nagy gipsztartalmú talaj folyamatos kimosás esetén idővel "elfogyhat".

A 6. táblázat adataiból kitűnik, hogy a kilúgzott oldat kémhatása az első héttől a hatodikig keveset változott /pH = 7,2-7,8 között/. Kivétel a második hét, amikor a pH 8-as értéket mutatott. Az elektromos vezetőképesség a második héttől végig változatlanul kicsi: 0,12-0,11 mS/cm.

A gipszes talajoszlopok magassága a kimosás során észrevehetően csökkent. A kísérlet kezdetén átlagos magasságuk 8 cm volt, a megfigyelési idő végére 7,1 cm-re csökkent. Az oszlopok átlagos magasságának csökkenése a kimosás során 0,9 cm volt. A gipszes talajok kimosása következtében a talaj szerkezete nagymértékben összeesett. A gipszes talaj CaCO<sub>3</sub>-tartalmának a kilúgzás utáni csökkenése elérte a 2,8 %-ot /8. táblázat/.

Az öntés /alluviális/ talajoszlopokból kilúgzott oldat kémiai összetételének adataiból látható, hogy már az első héten átfolyt oldatban is kevés volt a só. A kalcium és magnézium mennyisége 1-2 me/l. Az anionok közül viszonylag a hidrokarbonát a legtöbb: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 2,43 me/l. A szulfátok mennyisége kisebb, mint 2 me/l. Klorid nagyon kis mennyiségben van jelen a kilúgzott oldatban.

A második héten a talajoszlopokból kilúgzott oldatokban a kalciumionok mennyisége nem változott, a magnéziumé kicsit növekedett. Az anionok közül a szulfát mennyisége csökkent, a kloridé pedig kissé növekedett. Az oldat kémhatása az első héten gyűjtött oldatéhoz viszonyítva nem változott. A kilúgzott ionok mennyisége a harmadik héten hasonló a második hét adataihoz. A negyedik héten a szulfátionok mennyisége eléri a minimumot. A kloridok mennyisége nem változott. A kalcium és magnézium stabil értéket mutatott. Az

#### 8. táblázat

Kalciumkarbonát-vesztesség a kimosás során a három talajtípusnál

/1/ Talajtípus	/2/ CaCO <sub>3</sub> mennyisége az eredeti talajban /%/	/3/ CaCO <sub>3</sub> mennyisége a kimosott talajban /%/	/4/ Kimosódott CaCO <sub>3</sub> mennyisége /%/	/5/ Kimosódott CaCO <sub>3</sub> mennyisége az összes CaCO <sub>3</sub> tartalom %-ában
a/ Sós talaj	21,6	19,8	1,8	8,33
b/ Gipszes talaj	23,7	20,9	2,8	11,81
c/ Öntés talaj	21,6	21,6	-	-

ötödik és hatodik héten a kilúgzott oldat kémiai összetétele a negyedik hét adataihoz hasonló.

Az átfolyt oldatban mért kationok mennyisége tehát a kísérlet kezdetén és végén /az első és utolsó kivonatban/ hasonló. Az anionok közül a hidrokarbonát és klorid mennyisége csak kevésbé csökkent az egész megfigyelési idő alatt. A szulfátok mennyisége, hasonlóan a sós és a gipszes talajokhoz, folyamatosan csökkent, a negyedik héten megközelítette a nullát.

Az oldatok kémhatása az egész megfigyelési idő alatt enyhén lúgos, pH 8 körüli. A harmadik héttől végig kissé csökkent, pH 7,4-7,9 közötti értékre, tehát a pH értéke a hidrokarbonáttal összhangban van. Az elektromos vezetőképesség értéke az egymás utáni mintavételekben szintén fokozatosan csökkent. Az első héten az átlagérték 0,28 mS/cm, a hatodik héten pedig 0,16 mS/cm volt.

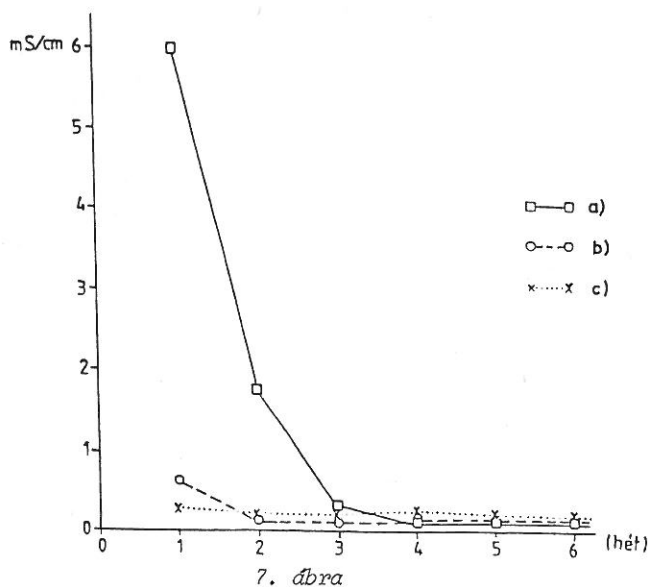
A talajoszlop hossza alig változott, csökkenése kb. 0,1 cm. A kimosás során a talaj kalciumkarbonát-tartalmából veszteség nem mutatkozott /8. táblázat/.

Az adatokból arra következtethetünk, hogy az öntés talajok kimosása során a kationok /amelyek közül viszonylag a Ca és Mg a legtöbb, a Na elhanyagolható/ és az anionok mennyisége általában kevésbé változik.

A három talajt a sók kimosása, az oszlopokon átfolyt oldatok töménységének /elektromos vezetőképességének/ időbeni változása alapján összehasonlítottuk. Az eredményeket szemléletesen mutatja be a 7. ábra.

A sós talajoszlopokon átszivárgott oldat az első héten történő mintavételkor igen tömény, nagymértékben csökken az elektromos vezetőképesség a második heti mintavételnél az elsőhöz viszonyítva, ennél valamivel kisebb a harmadik héten, a további változás pedig nem számottevő.

A gipszes talajoszlopokon átszivárgott oldat töménysége az előző talajéhoz viszonyítva kicsi és csak az első és második heti mintavétel között mutatkozott nagyobb mértékű csökkenés.



7. ábra  
Az oszlopokon átfolyt oldatok elektromos vezetőképességének /mS/cm/ változása az idő függvényében. a/-c/: lásd 5. ábra



Az öntés talajokon átszivárgott oldat töménysége általában nagyon kicsi. A kilúgzási kísérlet során változás nem mutatkozott.

### Összefoglalás és következtetések

A Kelet-szíriai Eufrátesz völgy jellemző szikes /sós és gipszes/, illetve öntés talajaiban végbemenő kilúgzási folyamatok egyszerű talajoszlop modellkísérletben történő szimulációja alapján megállapítottuk:

- A sós talajokban uralkodó, jól oldódó sók, elsősorban nátriumsók /NaCl/, kilúgzása viszonylag kis vízmennyiség hatására gyorsan /egy hét alatt/ végbement. A jól oldódó Mg-sók kilúgzásának folyamata a nátriumsókéhoz hasonló volt. A jelenlévő kalcium-szulfát kilúgzásához, annak közepes oldhatósága miatt, nagyobb átfolyó víztérfogat és hosszabb idő volt szükséges.

Ennek a fenti talaj öntözése, vagy kilúgzásos javítása szempontjából van jelentősége, mert a talajból nehezen távozó kalcium-szulfát megakadályozza a nátriumsók kilúgzásakor az alkalizációs folyamatokat, a lúgosodást és a szerkezet leromlást. Ilyen körülmények mellett, és a talaj mechanikai összetételét figyelembe véve tehát a sók kimosással történő eltávolítására a talajból, a lehetőségek adóttak. Öntözésre az Eufrátesz folyó vize, a rendelkezésre álló adatok alapján, minőségi szempontból alkalmas.

- A gipszes talajban az uralkodó kalcium-szulfát kimosódása fokozatosan történik. /A talajoszlopból a  $Ca^{2+}$ - és  $SO_4^{2-}$ -ionok három hét alatt mosódtak ki./ Ugyanakkor a talajoszlop rövidebb lett /összerogyott/ a kilúgzási folyamat végére, a talajszerkezetet összetartó gipsznek a talajból történő eltávolításával. A gipszes talajokat tehát nem tanácsos öntözni, mert folyamatos öntözéses hasznosítás során fizikai és kémiai talajdegradáció következhet be, illetve kiterjedhet.

- Mind a sós, mind a gipszes talajoszlopok kilúgzása során az eredetileg a talajban lévő gipsz fokozatosan ugyan, de nagy részben kimosódott. A sós talajból az eredeti gipsztartalom 96,15 %-a, tehát gyakorlatilag a teljes mennyiség, ugyanakkor a gipszes talajból a gipsztartalomnak valamivel kisebb része, 77,23 % mosódott ki. Ez megfelel annak a kémiai törvényszerűségnek, hogy a gipsz nagyobb mértékben oldódik az idegen ionokat / $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Mg^{2+}$ / viszonylag nagyobb koncentrációban tartalmazó oldatban és ilyen körülmények között mozgékonyabbá válik. E tényre is tekintettel kell lennie a fenti sós talajok tartós öntözéssel, illetve kilúgzással történő hasznosításakor, különösen ha a vizsgált sós talajénál kevesebb a talaj eredeti kalcium-szulfát-tartalma.

- A sem vízben jól oldódó sót, sem gipszet jelentős mennyiségben nem tartalmazó öntés talajok esetén az oszlopon átfolyó oldatban az ionok kis koncentrációja alig, vagy nem változott a megfigyelési időszak alatt. Ez a talaj viselkedett a legkedvezőbben a kilúgzás szempontjából. Tehát az öntés talajok kimosás nélkül is jól hasznosíthatók, de ha víz szivárog át rajtuk, jelentős kémiai változás nem játszódik le bennük és szerkezetük nem romlik le.

- Mindhárom talajminta eredeti  $CaCO_3$ -tartalma kb. azonos /20-24 % közötti/. A gyengén oldódó  $CaCO_3$ , mindhárom talajoszlopból csak igen kis mértékben, vagy nem mosódott ki. Az öntés talaj öntözés során történő viselkedéséből megállapíthatjuk, hogy a nagy, 20 % körüli kalciumkarbonát-tartalom önmagában /ha csak nem alakul ki mészkőpad, vagy más tömör  $CaCO_3$  felhalmozódási réteg/, az öntözés szempontjából nem képez különös akadályt.

A fenti megállapítások a különböző talajok intenzív hasznosításának és eredményes, a környezeti károsodás megelőzését szemmel tartó meliorációjának tervezésénél figyelembe veendőek.

### Irodalom

- ABUKHALID A. GADRI, 1972. A talaj és víz racionális hasznosítása az Eufrátesz völgyében. FAO Report. Kairo /arab nyelvű kiadvány/.
- AL SALEH, I. K., 1991a. Talajviszonyok és szikesedési folyamatok Szíriában. Agrokémia és Talajtan. 40. 243-262.
- AL SALEH, I. K., 1991b. Szíriai szikes talajok és kilúgzásuk lehetőségeinek vizsgálata. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- BALLENEGGER R. és DI GLÉRIA J. /Szerk./, 1962. Talaj- és Trágyavizsgálási Módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BURDON, D. J., 1958. Chemical aspects of the formation of ground water in the zone of infiltration aeration. UNESCO Course on Hydrology. Desert Institute. Cairo.
- BURDON, D. J. and MAZLOUM, S., 1961. Some chemical types of groundwater from Syria. In: Salinity Problems in the Arid Zones. Proc. of the Teheran Symp. 73-90. UNESCO. Paris.
- BUZÁS I. /Szerk./, 1988. Talaj- és Agrokémiai Vizsgálási Módszerkönyv. 2. kötet. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- DARAB K. és FERENCZ K., 1969. Öntözött területek talajtérképezése. OMMI. Budapest.
- KOVDA, V. A. and SZABOLCS, I. /Ed./, 1979. Modelling of Soil Salinization and Alkalization. Agrokémia és Talajtan. 28. /Suppl/.
- M.A.A.R. Jelentés, 1981. The annual agricultural statistical abstract in Syria. Min. Agric. and Agrar Reform. Damascus.
- ODAT, M. és YOUSF, B., 1979. Szíria környezete és növénytakarója. Szíriai Biológiai Társaság közleménye. Damascus. /arab nyelvű kiadvány/.
- REINHARD, W., 1967. Geologie von Syrien und dem Libanon. Gebr. Borntraeger. Berlin.
- SZABOLCS, I., 1989. Salt Affected Soils. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

*Érkezett: 1991. május 28.*

## Model Leaching Experiments on Syrian Soils

I. AL SALEH, M. RÉDLY and I. SZABOLCS

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the  
Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

About 25% of the territory of Syria is covered by different types of salt-affected soils. On the Eastern part of the country, land use is possible only with irrigation, but this is frequently associated with the appearance and extension of secondary salinization-alkalization processes.

Soil column leaching experiments using simple experimental apparatus were carried out with the hope of modelling the leaching processes taking part in the top layer of salt-affected soils in the East Syrian Euphrates Valley, and recording changes in their chemical properties.

Top layer samples from two salt-affected /saline and gypsiferous/ soil profiles and, for the purpose of comparison, those from one alluvial soil profile were leached out with distilled water over a six-week period. The soil profiles, and the chemical and physical properties of the soil samples used in the leaching experiment, were characterized on the basis of previous environmental observations and of field and laboratory analyses. During leaching observations were made on the speed at which the wetting front moved down and on any changes in the height of the soil columns. The volume of the percolated water was measured every 24 hours, while its concentration and chemical composition were determined from weekly samples. The decrease in the original calcium sulphate and calcium carbonate contents due to leaching was also measured.

The experimental results showed: The sodium salts dominant in saline soils were rapidly leached out almost completely by a relatively low volume of water /within a week/. The calcium sulphate present in the soil was leached out only under the effect of a greater volume of water and over a longer period. Taking into account the soil properties, it would seem to be possible to remove the salts through leaching without the direct hazard of the appearance of alkalization processes.

The leaching of the calcium sulphate dominant in gypsiferous soil takes place continuously, but with a parallel destruction of the soil structure. Land use combined with continuous leaching may therefore lead to physical and chemical soil degradation.

The percolation of water through alluvial soil did not result in significant chemical and physical changes. The high  $\text{CaCO}_3$  content /about 20%/ of all three soils does not lead in itself to difficulties in intensive irrigation, provided a compact accumulation layer does not develop.

The different behaviour exhibited by soils in East Syria with respect to leaching must definitely be taken into consideration when planning land use and amelioration.

*Table 1.* Certain characteristics of soil profile environments. /1/ Profile number. /2/ Profile location: 1. Lower part of the Euphrates Valley /in the village of Geranigy/. 2. Badiet Elgezira /Mesopotamia/, in the village of Kiskia. 3. Euphrates Valley /in the village of Abuhamam/. /3/ Height above sea level, m. /4/ Soil type. a/ Saline soil; b/ Gypsiferous soil; c/ Alluvial soil. /5/ Relief features: d/ wadi area /undulating relief/; e/ area with undulating relief; f/ wadi environment. /6/ Mean annual precipitation, mm. /7/ Temperature, °C /8/ in summer; /9/ in winter. /10/ Vege-

tation; g/ sparse, salt tolerant vegetation; h/ sparse drought-tolerant vegetation; i/ wheat, barley, lentils, cotton, maize, vegetables and other crops.

*Table 2.* Mechanical composition of the soils examined. /1/ Profile number. /2/ Hygroscopic moisture content, %. /3/ HCl loss. /4/ Particle size distribution /in terms of absolute dry soil mass/.

*Table 3.* Complete chemical analytical data for the soils /in terms of 100 g of original soil/. /1/ Profile No. /2/ Weight loss. /3/ Total.

*Table 4.* Chemical composition of the 1:5 aqueous extract of the soils examined. /1/ Profile No. /2/ Total cations, meq/100 g. /3/ Total anions, meq/100 g. /4/ Dry residue, g/100 g. /5/ Combustion residue, g/100 g. /6/ Total salts, g/100 g.

*Table 5.* Cation exchange capacity of the soils examined and the mobile /extractable with  $\text{NH}_4$  acetate/, soluble + exchangeable cations. /1/ Profile No. /2/ Cation exchange capacity /"T" value, meq/100 g/. /3/ Total number of mobile cations, meq/100 g.

*Table 6.* Composition of the leached solution /after six weeks of observation, cations + anions, meq/litre, mean of three measurements, weekly samples/. /1/ Sampling period, weeks. /2/ Total cations. /3/ Total anions. A. Saline soil /Sample 1/. B. Gypsiferous soil /Sample 2/. C. Alluvial soil /Sample 3/.

*Table 7.* Gypsum loss during leaching. /1/ Soil type. a/ Saline soil; b/ Gypsiferous soil; c/ Alluvial soil. /2/ Quantity of gypsum in the original soil, %. /3/ Quantity of gypsum in the leached soil, %. /4/ Quantity of gypsum leached, %. /5/ Quantity of gypsum leached as a % of total  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  content.

*Table 8.* Calcium carbonate loss during leaching for the three soil types. /1/ Soil type. a-c/: See Table 7. /2/ Quantity of  $\text{CaCO}_3$  in the original soil, %. /3/ Quantity of  $\text{CaCO}_3$  in the leached soil, %. /4/ Quantity of  $\text{CaCO}_3$  leached, %. /5/ Quantity of  $\text{CaCO}_3$  leached as a % of total  $\text{CaCO}_3$  content.

*Fig. 1.* Saline soil profile from the village of Geranigy, in the lower part of the Euphrates Valley /Syria/.

*Fig. 2.* Gypsiferous soil profile from the village of Kiskia in the Badiet Elgezira area.

*Fig. 3.* Alluvial soil profile from the village of Abuhamam in the Euphrates Valley /Syria/.

*Fig. 4.* Sketch of the experimental apparatus. a/ Plastic vessel; b/ boiled, twice-distilled water; c/ glass tube; d/ rubber stopper; e/ water layer; f/ filter paper; g/ gravel; h/ paraffin; i/ Witte plate; j/ funnel; k/ glass vessel; l/ leached solution; m/ cotton wool; n/ natron-lime tube; o/ soil; p/ glass wool; r/ rubber coating; s/ rubber ring; t/ gauze.

*Fig. 5.* Temporal changes in the wetting fronts of the soil columns. Vertical axis: wetting, cm. a/ Saline soil; b/ Gypsiferous soil; c/ Alluvial soil.

*Fig. 6.* Changes in the volume of solution percolating through the columns as a function of time. a/-c/: See Fig. 5.

*Fig. 7.* Changes in the electrical conductivity /mS/cm/ of the solution percolating through the columns as a function of time. a/-c/: See Fig. 5.