

A sófelhalmozódás és a kilúgzás folyamatainak tanulmányozása modell kísérletekben

A. M. BALBA

Alexandriai Egyetem Talajtani Osztálya, El Shatby (Egyiptom)

Több kutató foglalkozott már behatóan az öntözővíz használatával kapcsolatos problémákkal. Amikor vizet juttatnak a talajba, többféle folyamat megy végbe. Már több kutató kimutatta, hogy a víz kationjai és a talaj kicserélhető kationjai között fellépő kicserélődési reakció nagymértékben befolyásolja a víz öntözésre való alkalmasságát [2, 6, 11]. RIBBLE és DAVIS [9] valamint BOWER és mások [4] a talajoszlopokban létrehozott áramlási rendszerben fellépő kicserélődési jelenség mennyiségi vonatkozásait tanulmányozták. Oldási és kicsapódási reakciókat — mint a talaj CaCO_3 -jének szódás, nem karbonátos vízben történő oldódása, vagy a talaj oldható Ca^{2+} -jének kicsapódása az öntözővízben jelenlevő CO_3^{2-} , HCO_3^- és SO_4^{2-} -jelenlétében — BALBA [1, 3], WILCOX és mások [12] szintén kimutatták. Egy másik fontos folyamatot alkotnak azok a változások, amelyeket az öntözővíz a talaj vízdoldható sóinak állapotában hoz létre, amennyiben telíti velük a talajrétegeket, vagy kimossa azokat a talajrétegekből. Az Ü. S. Sal. Lab. munkatársai [11], BRYSSINE [5], DARAB [6] és VAN DER MOLEN [10] matematikai egyenleteket állapítottak meg a talaj sókoncentrációjának kiszámítására sós ill. nem sós vízzel történő öntözés esetén. Más kutatók [4, 7] megkísérelték a talajrétegek öntözés utáni sókoncentrációjának kiszámítását. Ezeknek az egyenleteknek egy része a lecsapolási rendszer nélküli talajoknak az állapotával foglalkozik vagy csak a sziktelenedési folyamatra korlátozódik, vagy alkalmazásuk túl bonyolult. Az a vélemény alakult ki, hogy a talaj öntözés hatására történő szikesedési és sziktelenedési folyamatainak tanulmányozása még nem kielégítően világos a szakirodalomban.

Jelen munkánkban a talajoszlopok oldható sótartalmának különböző sókoncentrációjú víz hatására fellépő változásaival foglalkozunk. Felmerült az az elgondolás, hogy a szikesedési és sziktelenedési folyamatot matematikai összefüggés segítségével határozzuk meg.

Kísérleti rész

5 cm átmérőjű, 35 cm hosszú Schachtschabel-csőveket használtunk. Egy-egy Schachtschabel-csőbe 400 g talajt tettünk. Az oszlop alján egy réteg üvegyapotot és szűrőpapírt helyeztünk el, a tetejét szűrőpapír fedte. 200 ml ismert koncentrációjú CaCl_2 oldatot adtunk a talajoszlophoz. A szűrletet Erlenmeyer lombikban fogtuk fel. A talaj atmoszféra előtti és utáni százalékos sótartalmát és a szűrlet mennyiségét és sótartalmát határoztuk meg. A hozzáadott sómennyiségnek, a talaj kezdeti sótartalmának, továbbá a szűrlet mennyiségének és sókoncentrációjának ismeretében kiszámítottuk a sómérleget minden egyes talajoszlopra vonatkozóan.

4—11. sz. talajok esetében 3 cm átmérőjű és 22 cm hosszú Schachtschabel-csőveket alkalmaztunk. Ebben az esetben a talaj mennyisége 100 g, a hozzáadott

oldaté pedig 61 ml volt. Az eredményeket mindkét esetben liter/kg talaj-ban adjuk meg.

A felhasznált talajok leírása az 1. táblázatban található. Ezekből a talajokból különböző sótartalmú mintákat nyertünk, miután ismert koncentrációjú CaCl_2 oldatot bocsátottunk át a megfelelő talajoszlopokon. Ezután a talajmintákat kivettük a csövekből és sótartalmuk meghatározása után újra-felhasználás céljából kiszárítottuk és porítottuk őket. Azért használtunk CaCl_2 oldatot, mert ilyen módon a szikes talajok kedvezőtlen tulajdonságait elkerülhettük, amelyek NaCl oldattal történő kezelés esetén felléptek volna.

1. táblázat

A talajok leírása

(1) A talajminta száma és származási helye	(2) Talajtípus	(3) Minta- vétel mélysége cm	(4) Só- koncent- ráció g/kg	CaCO_3 %	(5) Mechanikai analízis	
					(>0,1 mm) homok %	(<0,01 mm) agyag %
A. Apaj	Dunai öntés talaj	0—20	0,48	22,28	58,94	16,50
1. Palotás	Mésztelen réti agyag		1,10	—	29,45	66,57
2. Palotás	Réti vályog		0,64	—	71,61	25,60
3. Nyírlúgos	Homok		0,30	—	92,08	7,17
4. Apaj	Dunai öntéstalaj	20—50	0,40	21,83	55,10	19,60
5. Apaj	Dunai öntéstalaj	0—20	0,10	22,28	58,90	16,60
6. Apaj	Réti öntéstalaj	18—33	0,60	10,99	50,53	33,60
7. Apaj	Szoloncsák	1—12	9,50	9,72	64,93	24,50
8. Apaj	Homok	0—13	—	10,64	84,40	5,80
9. Apaj	Homok	13—80	—	9,79	84,50	6,16
10. Hortobágy	Réti szolonyec	70—80	2,20	19,88	40,34	36,74
11. Hortobágy	Réti szolonyec	80—100	1,35	15,70	64,65	36,81

A következő vizsgálatokat végeztük minden esetben 2—2 mintán:

a) Talajminták 0,48—9,5 g/kg közötti oldható sótartalommal.

b) Oldatkonzentrációk: 0,555; 1,67; 3,25; 4,5; 6,7 g/l.

c) Az egy-egy öntözésnél felhasznált oldat mennyisége 0,500 l/kg és 2,5 l/kg között váltakozott.

d) Az öntözések száma 1—3 között volt, minden egyes alkalom után a talajoszlopot kivettük a csövből, megszáritottuk, porítottuk és az újra-felhasználás során ugyanazon oldat azonos mennyiségével kezeltük.

e) Különböző szerkezetű talajok.

A meghatározás módszerei

A talaj sótartalmát úgy határoztuk meg, hogy a talajpép elektromos ellenállását mértük Wheatstone-híddal. Ugyanezt a módszert alkalmaztuk a szűrletek elektromos vezetőképességének mmhos/cm-ben megadott értékelésénél is. A szűrletek mge.é/l-ben kifejezett sókoncentrációját azonosnak tekintettük az elektromos vezetőképességgel mmhos/cm 10-ben megadva.

Azokban az esetekben, amikor a talajokat egynél több alkalommal kezeltük CaCl_2 oldattal, a szűrletek Ca^{2+} koncentrációját komplexonox titrálással állapítottuk meg és ezt úgy tekintettük, mint az összes sókoncentrációt.

Ismerve a hozzáadott oldat és a szűrlet koncentrációját és mennyiségét, kiszámítottuk a talajoszlopból kimosott ill. a talajoszlopban levő megnövekedett sómennyiséget.

A kezelésre használt CaCl_2 oldat koncentrációját komplexonos titrálással állapítottuk meg. A talajok CaCO_3 tartalmának és mechanikai analízisének meghatározása a szokásos módszerekkel történt.

Az átlagos eredmények az 1., 2., 3., 4., és 5., táblázatban találhatóak, az oldatok mennyiségét l/kg talajban, a talajok sókoncentrációját g/kg talajban és az oldatok sókoncentrációját g/l-ben adjuk meg. A legkisebb négyzetes módszert alkalmaztuk a 2., 3., és 4., egyenletek felállításánál.

A módszerek korlátai

A kísérlet folyamán a következő nehézségek léptek fel:

1. Ha a talaj finom szerkezetű és magas százalékos sótartalmú volt, akkor a hozzáadott oldat nagyon lassan szűrődött át a talajoszlopon. Ez az utóbbi eset különösen világosan akkor mutatkozott, amikor a hozzáadott oldat sókoncentrációja aránylag alacsony volt. Például agyag, vagy lösz talaj — mely kb. 0,4% só-t tartalmazott — oszlopainak átmosása 0,555 vagy 1,67 g/l sókoncentrációjú oldattal majdnem lehetetlen volt.

2. Az egyes talajoszlopokat több ízben ismételtelen felhasználtuk, hogy ugyanazon talajtípusnak különböző sótartalmú mintáit vizsgálhassuk. A kimenetben való szárítás és porítás azonban minden alkalommal változást okozhatott a talaj szerkezetében és szervesanyag-tartalmában. Ezek a változások befolyásolhatják a talaj víztartókéességét is.

3. A megfelelő mennyiségű talajminták korlátozott volta miatt a kezelések számát csökkenteni kellett.

4. A felhasznált talajok, kivéve az 1., 2., és 3., számút, nagy százalékban tartalmaznak CaCO_3 -t. Úgy véljük, hogy a CaCl_2 oldat alkalmazásának hatására a talaj CaCO_3 -ja oldhatóságának minimálisra kellene csökkennie, az ion kölcsönhatásnak megfelelően. A következő kísérleteket végeztük el:

a) Az „A” talaj két oszlopát CaCl_2 oldat két részével átmostuk. Az oldat egyik részéhez fölös mennyiségben CaCO_3 -t adtunk, összeráztuk és szűrtük. A másik részt nem kezeltük semmivel. A szűrletek elektromos vezetőképessége és a talajkimosás utáni százalékos sótartalma a következőképpen alakult:

	„A” oldat (CaCO_3 -al kezelt)	„B” oldat (kezeletlen)
A szűrlet elektr. vez. kép.:	4,2 mmhos/cm	4,4 mmhos/cm
A talaj sótartalma % ₀ -ban:	0,09	0,09

b) A, B és C CaCl_2 oldat 100 ml-ét két 50 ml-es részre bontottuk. Mind-egyik oldat első részét átbocsájtottuk egy — CaCO_3 -t tartalmazó — tölcseren. Az oldatok mindkét részében komplexometriásan meghatároztuk a Ca-t és a következőket találtuk:

	A oldat	B oldat	C oldat
mg.e.é Ca^{2+} a CaCO_3 -al kezelt részben	27,35	53,77	87,21
mg.e.é Ca^{2+} a nem kezelt részben	27,55	53,96	86,45

Úgy gondoljuk, hogy amennyiben a talajoszlopokon átbocsájtott CaCl_2 oldat hatására a talaj CaCO_3 -ja oldódik, úgy a feloldódott mennyiség túl csekély ahhoz, hogy megnyugtatóan kimutatható legyen a jelen vizsgálatok során alkalmazott meghatározási módszerekkel.

Az eredmények és értékelésük

A) Két alapvető tényező szerepel a szikesedési és sziktelenedési folyamatokban, amikor egy oldatot adunk egy talajoszlophoz:

a) A talajoszlop az oldat egy részét visszatartja. Ily módon — a visszatartott oldat sótartalmának megfelelően — a talaj sótartalma is növekedni fog. A talajnak azt a képességét, hogy a rajta átbocsájtott oldat egy részét visszatartja, már több kutató tanulmányozta.

b) A talajon átbocsájtott oldat másik része, amelyik átszivárog a talajoszlopon, kimoshatja a talaj eredeti sótartalmának egy részét.

Ennek a két tényezőnek a figyelembevételével állította fel BRYSSINE [5] a következő egyenletet:

$$X_1 = S \cdot \frac{R}{Q} + CR \quad (4)$$

X_1 = a talajban egyszeri öntözés után visszamaradt sómennyiség g só/kg talaj-,
 S = a talaj kezdeti sótartalma g só/kg talaj-,
 C = hozzáadott öntözővíz sókoncentrációja g só/l víz-,
 Q = az egyszeri öntözéskor hozzáadott víz mennyisége l/kg talaj-,
 és R = a talaj által egyszeri öntözéskor visszatartott víz mennyisége l/kg talaj-ban megadva.

A fent említett két tényező szerepel az (1) egyenletben; A visszatartott oldattal belekerült sómennyiség: CR , a szűrlet lecsöpögése után a kezdeti sótartalomból visszamaradt só mennyisége: $S \cdot \frac{R}{Q}$.

A kísérletsorozat eredményei azt mutatják, hogy a szűrlet lecsöpögése esetén a talaj kezdeti sótartalmának változását több tényező befolyásolja:

a) Egy talajtípusból származó, de sótartalomban különböző talajoszlopok ugyanazon koncentrációjú oldattal történő kimosása esetén azt találtuk, hogy a talajok kezdeti sótartalmával párhuzamosan növekedett a talajoszlopból kimosott só mennyisége (2. táblázat).

b) Egy talaj esetében kimosott só mennyisége csökkent a hozzáadott oldat sókoncentrációjának növekedésével (2. táblázat).

c) Azok a talajok, amelyek nem tartalmaznak sót, vagy sótartalmuk nagyon kicsi, az oldatnak az RC mennyiségnél nagyobb sómennyiséget is visszatarthatnak, mint az a 2. és 3. táblázatból kitűnik. Ez különösen nyilvánvaló nagyobb koncentrációjú oldatok alkalmazása esetén.

d) A talaj szerkezete szintén befolyásolja a kezdeti sótartalom változását. A 3. táblázatból látható, hogy megközelítően azonos kezdeti sótartalommal rendelkező agyagos, vályogos és homokos talajok vizsgálata esetén az agyagos talaj kevesebb sót veszített, mint a vályogos, és ez utóbbi kevesebbet, mint a homokos talaj.

A 3. táblázatból az is kitűnik, hogy amikor a talaj kezdeti sótartalma nagyon kicsi, az oldatnak a talajoszlopon történő átbocsájtása után az agyagos talaj által visszatartott sómennyiség nagyobb, mint vályogos, vagy homokos talaj esetében a megfelelő érték.

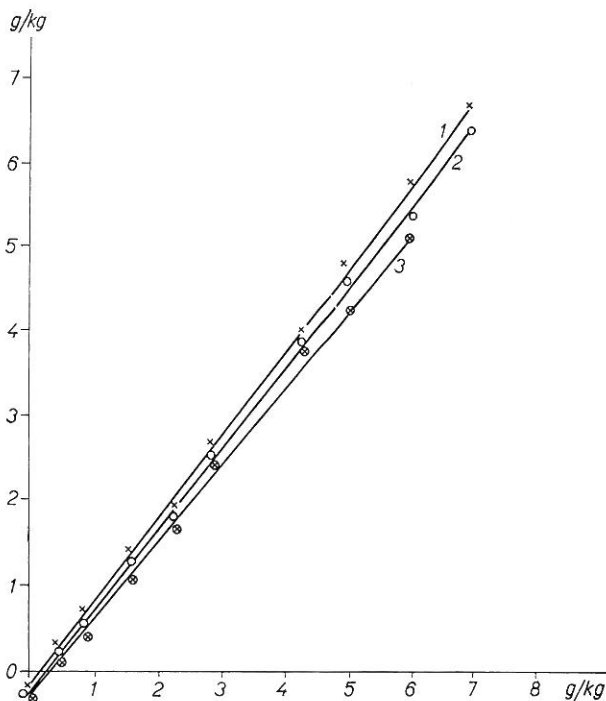
Ezekből az eredményekből világosan kitűnik, hogy BRYSSINE egyenletében [1] $S \frac{R}{Q}$ érték nem vonatkozik a szűrlet átszivárgása után a talaj kezdeti

sótartalmában beállt változásra. A talaj kezdeti sótartalmában létrejött változásnak az értékelése segítséget nyújt olyan matematikai összefüggés felállításá-

2. táblázat
Különböző koncentrációjú oldatok hatása különböző sótartalmú „A” talajoszlopokra

(1) A talaj kezdeti só- koncentrációja g/kg	(2) A szűrlet koncentrációja g/l	(3) Visszatartott só RC g/kg	(4) Kimosott só g/kg	(5) Végső sótartalom g/kg		
				Mért érték	Az (5)	Az (1)
					egyenlettel számított érték	
<i>Az oldat koncentrációja = 0,555 g/l</i>						
0,48	2,61	0,19	0,28	0,40	0,44	0,54
0,90	4,62	0,19	0,59	0,36	0,44	0,78
1,60	8,60	0,18	1,39	0,40	0,43	1,26
2,20	11,72	0,18	1,86	0,45	0,44	1,63
2,90	18,10	0,19	2,70	0,40	0,45	2,20
4,30	26,81	0,15	4,00	0,38	0,42	3,14
5,00	31,06	0,19	4,79	0,35	0,46	2,55
6,10	37,34	0,19	5,79	0,40	0,47	4,29
7,00	45,05	0,19	6,72	0,41	0,47	5,08
<i>Az oldat koncentrációja = 1,67 g/l</i>						
0,48	3,29	0,63	0,19	0,87	0,94	1,00
0,90	5,80	0,61	0,55	0,82	0,94	1,22
1,60	10,32	0,57	1,30	0,90	0,92	1,68
2,20	13,32	0,58	1,72	0,90	0,96	2,05
2,90	17,92	0,57	2,57	0,90	0,98	2,55
4,30	26,98	0,58	3,87	0,98	1,04	3,50
5,00	33,06	0,59	4,61	1,00	1,08	4,00
6,10	47,37	0,64	5,44	1,30	1,18	5,28
7,00	44,55	0,58	6,39	1,20	1,15	5,50
<i>Az oldat koncentrációja = 3,25 g/l</i>						
0,48	4,11	1,15	0,14	1,50	1,49	1,56
0,90	6,05	1,16	0,40	1,52	1,54	1,78
1,60	10,50	1,13	1,15	1,59	1,58	2,22
2,20	13,69	1,12	1,62	1,65	1,63	2,64
2,90	18,74	1,11	2,45	1,60	1,69	3,09
4,30	28,29	1,14	3,77	1,70	1,86	4,15
5,00	40,86	1,26	4,25	1,90	2,05	5,13
6,10	36,14	1,13	5,00	2,00	2,03	5,30
7,00	32,97	1,02	5,50	2,40		
<i>Az oldat koncentrációja = 4,58 g/l</i>						
0,48	4,94	1,66	0,05	2,10	2,00	2,02
0,90	6,64	1,58	0,31	2,10	1,96	2,27
1,60	10,21	1,55	0,93	2,30	2,00	2,67
2,20	14,97	1,62	1,52	2,20	2,13	3,17
2,90	18,23	1,51	2,30	2,20	2,09	3,43
4,30	30,32	1,64	3,66	2,30	2,38	4,72
<i>Az oldat koncentrációja = 6,77 g/l</i>						
0,48	6,46	2,45	+0,04	3,00	2,79	2,80
0,90	8,32	2,29	0,26	2,90	2,67	2,84
1,60	13,36	2,40	1,00	3,00	-2,85	3,54
2,20	15,14	2,27	1,37	3,21	2,78	3,75
2,90	21,54	2,39	2,40	3,00	2,97	4,44
4,30	32,12	2,42	3,60	3,40	3,14	5,50

hoz, amely pontosan leírja a szikesedési — sziktelenedési folyamatot. A 2. táblázat adataiból a kimosott s6mennyis6get g/kg talaj a kezdeti s6mennyis6g (g/kg talaj) függvényében g6rb6kkel 6br6zolva kaptuk az 1. 6br6t. L6that6, hogy a k6t v6ltoz6 k6z6tti 6sszef6gg6s egyenesvonal6nak tekinthet6 eg6szen



1. 6bra

A talaj kezdeti s6tartalm6nak hat6sa h6rom k6l6nb6z6 koncentraci6j6 oldattal kimosott s6 mennyis6g6re. F6gg6leges tengely: kimosott vagy hozz6adott s6 g/kg talaj. V6szintes tengely: a talaj kezdeti s6tartalma. Az oldatok koncentraci6ja: 1 = 0,555 g/l; 2 = 1,670 g/l; 3 = 3,250 g/l

7,0 g s6/kg talaj s6tartalomig. E pont ut6n a kimosott talajoszlopban a s6mennyis6g n6veked6s6nek m6rt6ke — k6l6n6sen nagyobb koncentraci6j6 oldatok alkalmaz6sa eset6n — lelassul, 6s az egyenes elhajlik. A g6rbe egyenes szakasz6ra 0,555; 1,67 6s 3,25 g/l koncentraci6j6 oldatok eset6ben a k6vetkez6 matematikai 6sszef6gg6st 6ll6tottuk fel:

$$a) 0,555 \text{ g/l oldat } S_1 = 0,995 S - 0,244 \quad (2)$$

$$b) 1,67 \text{ g/l oldat } S_1 = 0,96 S - 0,29 \quad (3)$$

$$c) 3,25 \text{ g/l oldat } S_1 = 0,90 S - 0,293 \quad (4)$$

Az al6bbi egyenletb6l, melyben S 6rt6kb6l levonjuk S_1 6rt6ket 6s hozz6adjuk a visszatartott oldattal beleker6lt s6mennyis6get, kisz6m6that6 a talajoszlop v6gs6 s6tartalma s6s oldattal val6 6nt6z6s ut6n.

$$X_1 = S - S_1 + CR \quad (5)$$

Az egyenlet tagjainak a jelent6s6t az el6bbiekben (1; 2; 3 6s 4) m6r meghat6roztuk.

3. táblázat Különböző szerkezetű és sótartalmú talajoszlopok különböző koncentrációjú oldatokkal történő kimosásának hatása

száma és a kezelés jele	(1) A talaj		(2) A szűrlet koncentrációja g/l	(3) Visszartartott víz R l/kg	(4) Visszartartott só CR g/kg	(5) Kimosott vagy hozzáadott (+) só g/kg	(6) A talaj végső sókoncentrációja g/kg		
	típusa	kezdeti sókoncentrációja g/kg					mért érték	az (5) az (1)	
								egyenlettel számított érték	az (1)
Az oldat koncentrációja = 1,67 g/l									
8—O	a) homok	0,0	1,35	0,25	0,42	+0,13	0,50	0,71	0,42
9—O	a) homok	0,0	1,00	0,28	0,47	+0,26	0,70	0,76	0,47
5—O	b) vályog	0,1	1,43	0,38	0,63	+0,06	1,00	0,92	0,69
3—O	a) homok	0,3	1,79	0,28	0,47	0,05	0,70	0,77	0,59
6—O	c) nehéz vályog	0,6	2,31	0,37	0,62	0,19	1,10	0,93	0,95
2—O	d) homokos vályog	0,6	1,95	0,31	0,52	0,10	1,00	0,83	0,81
3—T	a) homok	1,2	5,68	0,23	0,39	1,07	0,50	0,73	0,96
1—O	e) agyag	1,1	2,50	0,45	0,68	0,21	1,50	1,01	1,36
11—O	e) agyag	1,4	4,14	0,50	0,83	0,44	1,60	1,17	1,84
9—T	a) homok	1,4	3,90	0,25	0,42	0,93	0,77	0,73	0,50
8—T	a) homok	1,7	5,00	0,24	0,40	1,43	0,60	0,74	1,01
2—T	d) homokos vályog	1,6	7,74	0,31	0,51	1,17	0,90	0,86	1,47
4—T	b) vályog	1,9	6,90	0,39	0,65	1,50	0,80	1,02	1,76
4—T	b) vályog	3,0	9,40	0,39	0,65	2,16	1,30	1,06	2,40
2—T	d) homokos vályog	3,7	10,10	0,27	0,45	3,36	0,80	0,89	1,93
Az oldat koncentrációja = 3,25 g/l									
8—O	a) homok	0,0	2,68	0,26	0,85	+0,23	1,30	1,14	0,85
9—O	a) homok	0,0	2,30	0,29	0,94	+0,36	1,40	1,23	0,94
3—O	a) homok	0,3	3,26	0,27	0,89	0,01	1,30	1,22	1,00
4—O	b) vályog	0,4	2,68	0,40	1,30	+0,15	2,10	1,64	1,57
6—O	c) nehéz vályog	0,6	1,63	0,36	1,17	+0,50	2,30	1,52	1,49
2—O	d) homokos vályog	0,6	3,36	0,30	0,98	0,04	1,65	1,33	1,26
3—T	a) homok	1,2	5,02	0,24	0,79	0,75	1,18	1,29	1,23
2—T	d) homokos vályog	1,0	4,31	0,32	1,04	0,37	1,65	1,44	1,52
1—O	e) agyag	1,1	3,66	0,42	1,36	0,10	2,30	2,76	2,04
11—O	e) agyag	1,4	4,16	0,44	1,43	0,21	2,70	1,86	2,32
1—T	e) agyag	1,5	5,72	0,47	1,53	0,48	2,90	1,94	2,90
2—T	d) homokos vályog	1,6	6,10	0,32	1,03	1,00	1,60	1,68	1,78
3—T	a) homok	1,9	8,57	0,23	0,77	1,40	1,15	1,25	1,67
8—T	a) homok	2,0	6,80	0,24	0,78	1,53	1,20	1,27	1,50
4—T	b) vályog	2,1	8,88	0,40	1,30	1,52	1,65	1,80	2,55
2—T	d) homokos vályog	2,3	9,39	0,29	0,94	1,32	1,40	1,46	1,94
4—T	b) vályog	3,0	10,33	0,40	1,30	1,91	2,26	1,89	3,09
2—T	d) homokos vályog	3,7	10,95	0,27	0,88	3,08	1,35	1,59	2,36
Az oldat koncentrációja = 4,58 g/l									
8—O	a) homok	0,3	4,34	0,27	1,27	+0,10	1,90	1,59	1,40
2—O	d) homokos vályog	0,6	3,52	0,32	1,48	+0,38	2,50	1,83	1,80
2—T	d) homokos vályog	1,0	6,57	0,30	1,39	0,38	2,40	1,78	1,99
1—O	e) agyag	1,1	2,55	0,41	1,86	+0,54	3,50	2,26	2,53
1—T	e) agyag	1,5	6,40	0,45	2,10	0,37	3,50	2,54	3,20
2—T	d) homokos vályog	1,6	2,82	0,28	1,30	0,69	2,30	1,43	2,20
2—T	d) homokos vályog	2,3	8,87	0,32	1,47	1,47	2,30	1,99	2,60
7—O	b) vályog	9,5	29,99	0,34	1,66	8,28	3,00	2,90	6,50
Az oldat koncentrációja = 4,89 g/l									
8—O	a) homok	0,0	4,33	0,26	1,27	+0,23	1,40	1,56	1,27
4—O	b) vályog	0,4	3,17	0,42	2,05	+0,43	3,00	2,38	2,30
6—O	c) nehéz vályog	0,6	2,61	0,35	1,71	+0,72	3,30	2,06	2,02
11—O	e) agyag	1,4	6,54	0,38	1,86	0,47	2,80	2,29	2,62
10—O	2) agyag	2,2	8,30	0,42	2,05	0,86	3,80	2,57	3,40

O = kezeletlen; T = kezelt

Rá kell mutatni, hogy a 2., 3., 4. egyenlet állandóit az „A” talajra vonatkozó 2. táblázat eredményeiből számítottuk ki. Ilymódon várható, hogy a 2., 3., 4., és 5. egyenlet alkalmazhatósága olyan könnyű mechanikai összetételű talajokra korlátozódik, amelyek sótartalma nem haladja meg a 7,0 g/kg-t. A 4. egyenlet akkor alkalmazható, ha a talaj maximális sótartalma 6,1 g/kg.

Jelen kísérletekhez főleg könnyű mechanikai összetételű talajmintákat használtunk, ezért nem állapítottuk meg nehéz mechanikai összetételű talajokra vonatkozó egyenletek állandóit.

Ami ezeknek az egyenleteknek az alkalmazhatóságát illeti, olyan esetekben, amikor az oldat koncentrációja nem 0,555; 1,67 vagy 3,25 g/l, a 2. és 3. táblázatból látható, hogy a talajból nagyobb koncentrációjú oldatokkal kimosott sómennyiség közel áll ahhoz a mennyiséghez, amelyet 3,25 g/l koncentrációjú oldat alkalmazása esetén kapunk. Megközelítő értékelésre az az egyenlet használható fel, amelynek a koncentrációja a legközelebb áll az alkalmazásra kerülő öntözővizéhez.

Könnnyű mechanikai szerkezetű talajok esetében 0,555; 1,67 és 3,25 g/l koncentrációjú oldatokkal való öntözéskor az 5. egyenlettel kiszámított és a kísérletben ténylegesen mért értékek rendkívül hasonlóak voltak, mint az a 2. és 3. táblázatból kitűnik. A 3. táblázatból viszont az is nyilvánvaló, hogy az agyagos talajoknál a számított érték nem egyezik a kísérletben kapott értékkel.

A vízmennyiség és az öntözések száma

A 4. táblázatból látható, hogy amikor egy talajoszlopot sóoldat különböző mennyiségeivel öntözünk, a talajoszlop végső sótartalma nem változik lényegesen a hozzáadott oldat mennyiségével. Ezen kísérletek során a talajra adott oldatot több 0,500 l/kg-os részre osztottuk és minden adagot csak azután adtunk a talajoszlophoz, miután az előző már átszűrődött. Minden adag szűrletét külön fogtuk fel és mindegyik sókoncentrációját meghatároztuk. A 4. táblázatból látható, hogy az első utáni szűrlet-adagokban a sókoncentrációk majdnem teljesen megegyeznek egymással és a hozzáadott oldat kezdeti sókoncentrációjával.

Ismételt öntözés esetén (5. táblázat) a talajoszlopot kivettük a Schachtschabel-esőből, megszáritottuk, porítottuk és ezután került csak sor ismételt felhasználására. Az oldatból ugyanolyan mennyiséget adtunk hozzá. Minden egyes öntözésnél így jártunk el. Úgy találtuk, amint az a táblázatokból kitűnik, hogy a végső sótartalom egyszeri öntözés után majdnem azonos a két, sőt többszöri öntözés után mérttel. Úgy látszik, hogy az első öntözés alkalmával egyensúly jön létre a hozzáadott oldat és a talaj sókoncentrációja között. Amint ez az egyensúly létrejött, ugyanannak az oldatnak a hozzáadása már nem befolyásolja a talaj só-állapotát. A talajoszlop és a szűrlet só-mérlegének a kiszámítása azt mutatta, hogy amikor a talajt ismét öntözték ugyanazzal az oldattal, a talajból kimosott só mennyisége, S_1 , azonos volt azzal a mennyiséggel, amennyi a talajban a rajta átbocsájtott oldatból visszamaradt, azaz $S_1 = CR$.

Jelen tanulmányban, az alacsony sótartalmú talajokban előforduló szike-sedési és sziktelenedési folyamatokkal foglalkoztunk. Erősen szikes talajok sziktelenedése más módon történhet [8].

A talaj mechanikai összetételének hatása

A 3. táblázatban feltüntetett talajokat használtuk ennek a kérdésnek a vizsgálatára. Az eredmények azt mutatják, hogy sóoldatok hatására az agyagos

4. táblázat

A hozzáadott oldat mennyisége növelésének hatása (Q)

(1) A talaj		(2) A hozzáadott oldat teljes mennyisége l/kg talaj		(3) Visszatartott víz l/kg	(4) A szűrletek száma, mennyisége (a) és koncentrációja (b)								(5) Kimosott só g/kg
					1		2		3		4		
jelle	sósó-koncentrációja kezdeti és vég-só g/kg	a) l/kg	b) g/l	a) l/kg	b) g/l	a) l/kg	b) g/l	a) l/kg	b) g/l	a) l/kg	b) g/l		
		Az oldat koncentrációja = 1,67 g/l											
A	0,5 0,9 1 × 0,5 = 0,5	0,13	3,17	0,50	1,72	0,50	1,72	0,50	1,61	0,50	1,72	0,196	
	0,5 0,9 2 × 0,5 = 1,0	0,13	3,04	0,50	1,62	0,50	1,62	0,50	1,72	0,50	1,72	1,790	
	0,5 0,8 3 × 0,5 = 1,5	0,14	3,10	0,50	1,62	0,50	1,72	0,50	1,72	0,50	1,72	0,200	
	0,5 0,9 4 × 0,5 = 2,0	0,15	3,07	0,50	1,75	0,50	1,75	0,50	1,72	0,50	1,72	0,210	
	0,5 0,9 5 × 0,5 = 2,5	0,15	3,07	0,50	1,75	0,50	1,75	0,50	1,72	0,50	1,74	0,210	
Az oldat koncentrációja = 3,25 g/l													
1-0	1,1 2,3 1 × 0,667	0,25	3,66	0,99	3,29	0,99	3,29	0,99	3,19	0,99	3,19	0,103	
	1,1 2,4 0,667 + 1,0 + 1,0	0,25	3,60	0,99	3,29	0,99	3,29	0,99	3,19	0,99	3,19	0,009	
Az oldat koncentrációja = 4,58 g/l													
1-0	1,1 3,6 1 × 0,667	0,24	2,33	0,43	4,88	0,43	4,88	0,43	4,88	0,43	4,88	+0,55	
	1,1 3,9 1 = 1,0	0,55	3,36	0,47	2,37	0,47	2,37	0,47	2,37	0,47	2,37	+0,67	
Az oldat koncentrációja = 6,7 g/l													
1-0	1,1 5,4 1 × 4,0	0,55	4,88	0,47	6,8	0,47	6,8	0,47	6,8	0,47	6,8	+1,01	
	1,1 5,0 0,667 + 1,0	0,25	2,37	0,25	6,8	0,25	6,8	0,25	6,8	0,25	6,8		
Az oldat koncentrációja = 4,89 g/l													
4-0	0,4 3,0 0,67	0,25	3,17	0,42	4,88	0,42	4,88	0,42	4,88	0,42	4,88	+0,43	
	0,4 3,0 1,00	0,38	4,14	0,42	4,14	0,42	4,14	0,42	4,14	0,42	4,14	+0,33	
7-0	9,5 3,0 0,67 + 0,67	0,33	29,99	0,34	5,20	0,34	5,20	0,34	5,20	0,34	5,20		

talajok sótartalmának nagyobb megnövekedése következett be, mint vályogos talajoknál. A sótartalom növekedése homokos talajok esetében volt a legkisebb. A talajoszlopok só-mérlegének vizsgálata azt mutatta, hogy agyagos talajok esetében a végső sótartalom nagyobb arányú megnövekedését 3 tényező okozza:

a) Az agyagos talajok víz-visszatartó képessége nagyobb, tehát a nagyobb mennyiségű visszatartott oldatban nyilván a sótartalom, CR, is magasabb.

b) Minél több a finom talajrészecske, annál kevesebb só mos ki a talajoszlopon átszivárgó oldat.

c) Olyan talajok esetében, amelyek nem tartalmazzak sót, vagy sótartalmuk nagyon kicsi, a talajrészecskék annál nagyobb mennyiségű sót képesek visszatartani, minél finomabbak. Ez világosan kitűnik különösen nagy sókoncentrációjú oldatok alkalmazása során. A sók visszatartásának mechanizmusa még további kutatásokat tesz szükségessé.

5. táblázat

Több öntözés hatása a talaj sótartalmára

(1) A talaj jele	(2) Hozzáadott víz l/kg	(3) Öntözések száma	(4) A talaj sótartalma		(5) Szűrlet mennyisége l/kg	(6) Szűrlet koncentrációja g/l	(7) Talajból kimosott só g/kg	(8) Visszatartott só mennyisége g/kg
			kezdeti	végű				
			g/kg					
<i>Az oldat koncentrációja = 1,67 g/l</i>								
A—O	0,500	1.	0,48	0,84	0,130	3,17	0,196	0,617
	0,500	2.	0,84	0,83	0,134	5,80	0,550	0,610
<i>Az oldat koncentrációja = 3,25 g/l</i>								
A—O	0,500	1.	0,48	1,56	0,130	4,11	0,125	1,200
	0,500	2.	1,56	1,59	0,171	9,48	1,066	1,070
	0,500	3.	1,59	1,65	0,145	10,55	1,060	1,150
	0,500	4.	1,65	1,60	0,155	10,79	1,170	1,120
<i>Az oldat koncentrációja = 4,58 g/l</i>								
A—O	0,500	1.	0,48	2,30	0,138	4,94	0,040	1,660
	0,500	2.	2,30	2,40	0,158	14,51	1,570	1,560
	0,500	3.	2,40	2,40	0,147	14,97	1,520	1,620
	0,500	4.	2,40	2,30	0,159	15,27	0,700	1,560
<i>Az oldat koncentrációja = 3,25 g/l</i>								
2—O	0,667	1.	0,64	1,60	0,367	3,36	0,040	0,970
	0,667	2.	1,60	1,56	0,350	6,10	1,000	1,030
	0,667	1.	0,30	1,30	0,390	3,26	—	0,900
	0,667	2.	1,30	1,18	0,423	5,02	0,750	0,900
<i>Az oldat koncentrációja = 4,58 g/l</i>								
2—O	0,667	1.	0,64	2,20	0,344	3,52	+0,380	1,480
	0,667	2.	2,20	2,20	0,345	8,87	1,460	1,470

Ha a 3. táblázatot megvizsgáljuk, látható, hogy amikor 1,67 g/l koncentrációjú oldatot adtunk a 3-T homokos talajhoz, amelynek sótartalma 1,2 g/kg, és a 1—0 agyagtalajhoz, amelynek sótartalma 1,1 g/kg, a homokos talaj 0,5 g/kg, az agyag 1,5 g/kg sómennyiséget vett fel az oldatból. Ez könnyen megmagyaráz-

ható, ha kiszámítjuk a visszatartott só CR és a kimosott só S_1 értékeit mindkét talajra vonatkozóan. Az előző talaj esetében $CR = 0,39$ g/kg és $S_1 = 1,07$ g/kg. Az utóbbi talajnál $CR = 0,679$ g/kg és $S_1 = 0,21$ g/kg. Tehát annak ellenére, hogy a két talaj kezdeti sótartalma megközelítően azonos volt, az agyagtalaj végső sótartalma háromszorosára nőtt a homokos talaj végső sótartalmának.

A 3. táblázatból az is kitűnik, hogy nagyobb koncentrációjú oldatok alkalmazása esetén az olyan finom szerkezetű talajok, mint pl. 4—0 vályog és 6—0 nehéz vályog, további nagyobb mennyiségű só visszatartására képesek, mint a könnyű mechanikai összetételű talajok pl. 3—0 homok és 2—0 homokos vályog.

Szerző itt köszöni meg a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Szikkutatási és Hasznosítási Osztály munkatársainak, különösen dr. Szabolcs Istvánnak, az Intézet igazgatójának segítségét, melyet az intézetben végzett munkája során nyújtottak.

Összefoglalás

Különböző sótartalmú és mechanikai összetételű talajoszlopokon különböző koncentrációjú só-oldatokat bocsájtottunk át. A talajok öntözés előtti és utáni sótartalmát, a hozzáadott oldat, valamint a lecsepegett szűrlet mennyiségét és sókoncentrációját határoztuk meg. A vizsgálat a következőket mutatta:

a) Amikor egy oldat egy talajoszlopon áthalad, az oldat egy része a talajoszlopban visszamarad, ily módon a talaj sótartalmát növeli az oldat visszamaradt részének sótartalma. Ugyanakkor a talaj kezdeti sótartalmának egy része kimosódik. Nem szikes talajok a hozzáadott oldatból még további sómennyiséget is visszatartanak. Azokat a tényezőket tanulmányoztuk, amelyek a talajból kimosott, ill. a talajba felvett só mennyiségét befolyásolják. Könnyű mechanikai összetételű talajokra vonatkozóan a következő matematikai összefüggést állapítottuk meg a talajból kimosott ill. a talajban visszatartott sómennyiség (S_1) és a talaj kezdeti sótartalma között:

$$1. \text{ Oldat konc.: } 0,555 \text{ g/l } S_1 = 0,995 \text{ S} - 0,244$$

$$2. \text{ Oldat konc.: } 1,670 \text{ g/l } S_1 = 0,96 \text{ S} - 0,290$$

$$3. \text{ Oldat konc.: } 3,250 \text{ g/l } S_1 = 0,90 \text{ S} - 0,293$$

Ennek az összefüggésnek az alapján állítottuk fel a következő egyenletet, melynek segítségével kiszámíthatjuk C koncentrációjú só-oldattal való kimosás után a talaj végső sótartalmát (X_1) és a visszatartott vízmennyiséget, (R) l/kg talajban.

$$X_1 = S - S_2 + CR$$

Az egyenlet alkalmazhatóságának korlátairól már az előbbiek folyamán említés történt.

b) A talaj mechanikai összetételének, a hozzáadott oldatnak és az öntözések számának a talaj sótartalmára gyakorolt hatását tanulmányoztuk.

Figyelembevétel a laboratóriumi és a szántóföldi adottságok közötti különbséget, a következő végső következtetéseket vonhattuk le:

a) A kezdeti sókészletből kimosott só mennyisége a talaj sótartalmának növekedésével növekszik, és az öntözővíz sókoncentrációjának növekedésével csökken.

b) A kísérletekben használt talajok só-szintjeinek esetében a kimosott talaj sótartalma függ az öntözővíz sókoncentrációjától, de sem az öntözések száma, sem az öntözővíz mennyisége nem befolyásolja.

c) A talaj mechanikai összetétele fontos szerepet játszik a szikesedési és sziktelenedési folyamatokban. A finom szerkezetű talajok az öntözővíz nagyobb

menyiségét tartják vissza és a víz elvezetett részével kevesebb só vesztenek, mint a durva szerkezetű talajok. A szikesedés veszélye tehát a finom szerkezetű talajok esetében nagyobb, mint a durva szerkezetű talajok esetében.

Érkezett: 1964. március 10.

Irodalom

- [1] BALBA, A. M.: The application of the Melsted-Bray equation for cation exchange equilibrium in soil systems containing calcium carbonate. *Alex. J. Agric. Res.* **6**. 1958.
- [2] BALBA, A. M.: Effect of sodium water and gypsum increments on soil chemical properties and plant growth. *Alex. J. Agric. Res.* **8**. 51—64. 1960.
- [3] BALBA, A. M.: Effect of waters with different sodium and carbonate concentrations on the soil chemical properties and the growth and composition of plant. *J. Soil Sci. U. A. R.* **2**. 1963.
- [4] BOWER, C. A. et al.: Dynamics of cation exchange in soil columns. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**. 20—24. 1957.
- [5] BRYSSINE, G.: cit. DURAND, S. H.: The quality of irrigation water. *Sols Africains.* **4**. 53—58. 1959.
- [6] DARAB, K.: Application of the principles of soil genetics to irrigations in the Great Hungarian Low Land. *OMMI Ser. 1. No. 4*. 1962.
- [7] GARDNER, S. & BROOKS, R. H.: A descriptive theory of leaching. *Soil Sci.* **83**. 295—304. 1957.
- [8] KOVDA, V. A.: Principles of the theory and practice of reclamation and utilization of saline soils in the arid zones. *Proceedings of the Teheran Symposium: „Salinity Problems In Arid Zones” UNESCO Publ.* 201—213. 1961.
- [9] RIBBLE, T. & DAVIS, L.: Ion exchange in soil columns. *Soil Sci.* **79**. 41—47. 1955.
- [10] VAN DER MOLEN, W. H.: Desalinization of saline soils, a column process. *Soil Sci.* **81**. 19—27. 1956.
- [11] U. S. D. A. Sal. Lab. Staff. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* *Agric. Handbook No. 50*. 1954.
- [12] WILCOX, L. V. et al.: Effect of bicarbonate on suitability of water for irrigation. *Soil Sci.* **77**. 259—266. 1954.

Изучение процессов накопления и выщелачивания солей в модельных опытах

А. М. БАЛБА

Кафедра почвоведения Александрийского Университета, Ел Шатби (Египет)

Резюме

Через почвенные колонки различного механического состава и с различным содержанием солей, пропускались различные солевые растворы. Определяли количество солей в почве перед началом опыта и после просачивания солевых растворов, а также измеряли количество фильтрата и содержание солей в нём. Исследования показали следующее:

а) Часть солей солевого раствора, просачивающегося через почвенную колонку остается в почве и таким образом повышается концентрация этих солей в почве. В то же время часть исходного количества солей почвы вымывается. Изучались факторы, влияющие на изменение количества выщелачиваемых и накапливающихся солей. Для почв легкого механического состава получили следующую математическую зависимость между исходным количеством солей в почве и количеством выщелоченных и поглощенных почвой солей. (S_1).

1. Концентрация раствора: 0,555 гр/л. $S_1 = 0,995 S - 0,244$
2. » » 1,670 гр/л. $S_1 = 0,96 S - 0,290$
3. » » 3,250 гр/л. $S_1 = 0,90 S - 0,293$

На основании этой зависимости получили следующее уравнение, при помощи которого можно рассчитать, при прохождении через почвенную колонку раствора с концентрацией C , конечное содержание солей в почве (X_1) и поглощенное почвой количество воды (R) в л/кг. почвы.

$$X_1 = S - S_1 + CR.$$

Об ограниченности применения данного уравнения указывалось выше.

б) Изучение влияния числа обработок соевыми растворами и механического состава на содержание солей в почве. Принимая во внимание различия между лабораторными и полевыми условиями, можно сделать следующие окончательные выводы:

а) При пропускании солевого раствора через почвенную колонку, если количество солей в почве после просачивания раствора повышается, то количество солей в фильтрате снижается и наоборот.

б) Содержание солей, в обработанной соевым раствором, подопытной почве зависит только от концентрации солей в соевом растворе, и ни частота обработок, ни количество взятого солевого раствора не влияет на содержание солей в почвенной колонке.

в) Механический состав играет важную роль в процессах засоления и рассоления почв. В почвах тяжелого механического состава поглощается больше солевого раствора и в фильтрате находится меньше солей, чем в случае почв легкого механического состава. Следовательно угроза засоления в почвах тяжелого механического состава больше, чем в почвах легкого механического состава.

Табл. 1. Характеристика почв. (1) Номер почвенного образца и место взятия. (2) Тип почвы. (3) Глубина взятия образца в см. (4) Концентрация солей в гр/кг. CaCO_3 (5) Механический состав (% песка и глины).

Табл. 2. Влияние солевых растворов разной концентрации на почву колонки «А» с разным содержанием солей. (1) Исходная концентрация солей в гр/кг. (2) Концентрация солей в фильтрате в гр/л. (3) Поглощенное почвой количество солей РС, гр/кг. (4) Количество вымытых солей в гр/кг. (5) Конечное содержание солей в гр/кг. Измеренные данные (5) и вычисленные при помощи уравнения (1).

Табл. 3. Влияние обработок соевыми растворами различной концентрации почв различного механического состава с различным содержанием солей. (1) Номер образца и обработки, тип почвы и исходная концентрация солей в гр/кг. (2) Концентрация солей в фильтрате гр/л. (3) Количество поглощенной почвой воды R, л/кг. почвы. (4) Поглощенное почвой количество солей CR, гр/кг. (5) Количество выщелоченных и добавленных солей в гр/кг. (6) Конечная концентрация солей в почве в гр/кг. Измеренные данные (5) и вычисленные при помощи уравнения (1). O = контроль, T = обработанная.

Табл. 4. Влияние увеличения количества прибавляемого солевого раствора. (1) Исходная и конечная концентрация солей в почве гр/кг. (2) Количество всего прибавляемого раствора л/кг. (3) Количество воды поглощенной почвой R, л/кг. (4) Число обработок, количество фильтрата (а) и количество солей (в) в фильтрате. (5) Количество вымытых солей в гр/кг.

Табл. 5. Влияние повторных добавлений солевого раствора на содержание солей в почвенной колонке. (1) Обозначение почвы. (2) Количество прибавляемой воды л/кг. (3) Число повторных добавлений. (4) Исходная и конечная концентрация солей в почве в гр/кг. (5) Количество фильтрата в л/кг. (6) Концентрация солей в фильтрате гр/л. (7) Количество вымытых из почвы солей в гр/кг. (8) Поглощенное почвой количество солей в гр/кг. Перед каждой обработкой почвенная колонка извлекалась из стеклянной трубы после высушивания и растирания использовалась в дальнейших исследованиях.

Рис. 1. Влияние исходного содержания солей в почве на количество вымытых солей при обработке тремя растворами различной концентрации. На вертикальной оси — количество вымытых или прибавленных солей, на горизонтальной оси — исходное количество солей в почве. Концентрация солевых растворов: 1 = 0,555 гр/л. 2 = 1,670 гр/л. 3 = 3,250 гр/л.

A Quantitative Study of the Salinization and Desalinization Processes of Soil Columns

A. M. BALBA

Soil Science and Plant Nutrition Department, College of Agriculture, University of Alexandria, El Shatby, Alexandria (Egypt, U. A. R.)

Summary

Columns of soils different in their salt content and texture were leached with salt solutions of different concentrations. The soil salt content before and after leaching, the volume and salt concentration of the added solutions and the filtrates were determined. The study showed the following:

a) When a solution passes through a soil column, a part of the solution is retained in the column adding to the soil salt content an amount equal to the amount of salt in the retained

solution. Also a part of the initial soil salt content is leached out. Nonsaline soils retain from the added solution an additional amount of salt. The factors affecting the amount of salt leached from or added to the soil were studied. A mathematical relationship between the amount of salt leached from or added to the soil (S_1) and the soil initial salt content (S) was established for light textured soils as follows:

1. Solution concentration	= 0.555 g/L	$S_1 = 0.995$	$S = -0.244$
2. " "	= 1.67 g/L	$S_1 = 0.96$	$S = -0.290$
3. " "	= 3.25 g/L	$S_1 = 0.90$	$S = -0.293$

From this relationship the following equation was suggested to calculate the final soil salt content X_1 after leaching with a salt solution of concentration C and retaining an amount of water R in L/kg soil

$$X_1 = S - S_1 + CR$$

Limitations of the applicability of this equation were stated.

b) The effect of soil texture, amount of the added solution and the number of irrigations on the soil salt content after irrigation were studied.

Taking into consideration the differences between the experimental and field conditions, the following conclusions can be arrived at:

a) The amount of salt leached from the initial soil salt content increases with the increase in this soil salt content and decreases with the increase in the salinity of the irrigation water.

b) Under the conditions of the soil salinity levels used in the experiments, the salinity of the leached soil is affected by the salt concentration of the irrigation water but not with the number of irrigations or the volume of the irrigation water.

c) The soil texture plays an important role in the salinization and desalinization processes. The fine-textured soils retain a greater part of the irrigation water and loose less salt with the drained portion of the water than the coarse-textured soils. Hence the salinity hazards in the fine textured soils are greater than in the coarse-textured soils.

Table 1. Description of the soils. (1) The number and location of the soil sample. (2) Soil type. (3) Layer of the sample cm. (4) Salt concentration g/kg $CaCO_3$ per cent. (5) Mechanical analysis (sand and clay per cent).

Table 2. Effect of adding solutions of different concentrations to soil "A"-columns with different salt content. (1) Initial soil salt content g/kg . (2) Filtrate concentration g/L . (3) Salt retained "RC", g/kg . (4) Salt leached g/kg . (5) Final salt content g/kg ; Determined values calculated with 5. and 1. equation.

Table 3. Effect of leaching columns of soils different in texture and salt content with solutions of different concentrations. (1) The number, sign of the treatment and type of the soil, initial salt content g/kg . (2) Filtrate conc. g/L . (3) Water retained, "R" L/kg . (4) Salt retained, "CR" g/kg . (5) Salt leached or added g/kg . (6) Final soil salt content g/kg ; O — untreated, T — treated.

Table 4. Effect of increasing the volume of the added solution (Q). (1) Soil number. Initial and final salt concentration of the soil g/kg . (2) Total vol. of solution added L/kg soil. (3) Water retained, "R" L/kg . (4) Number, volume (a) and concentration (b) of filtrates. (5) Salt leached g/kg .

Table 5. Effect of several irrigations on the soil salt content. (1) Sign of the soil. (2) Volume of water added. (3) Number of irrigation. (4) Soil salt content, initial, final. (5) Volume of filtration. (6) Concentration of filtration. (7) Salt leached from soil. (8) Salt retained "RC". g/K . The soil column was unpacked, dried, ground and repacked before every irrigation.

Fig. 1. Effect of initial soil salt content on the amount of leached salt using a solution with 3 different concentrations. Ordinate: Salt leached or added, g/kg soil. Abscissa: g salt per kg soil, $i_{initial}$ soil content. Solution concentrations: 1 = 0,555 g/L ; 2 = 1,670 g/L ; 3 = 3,250 g/L .