

## Sós talajvízzel és belvízzel történő öntözés hatása a karbonátos szoloncsák talajokra a Duna-völgyben

HARMATI ISTVÁN

Gabonatermesztési Kutatóintézet, Szeged

A Duna-Tisza közti szoloncsák és szoloncsák-szolonyc szikeseken végzett kísérleteink eredményei szerint a kellően sikeres gyepgazdálkodás megvalósításának egyik alapfeltétele az öntözés. Ennek kívánatos mértékű alkalmazását azonban nem teszi lehetővé az öntözésre berendezett területek kis aránya. Szükségesnek tartottuk ezért vizsgálni a Duna-völgy kavicsos rétegében található, helyben kinyerhető talajvizek, valamint a belvízlevezető csatornák vizének öntözésre való felhasználhatóságát is.

SÜMEGHY (1950) és BULLA (1953) kutatásai szerint a pannoni medencét Budapesttől délkeletre a Duna kavicssal, majd homokkal töltötte fel, melynek dunavölgyi részét 0,5-2,5 m vastagon iszapos, homokos lösz fedett be. A pannoni tó feneke dél felé haladva fokozatosan süllyed. Emiatt a kavicsréteg vastagsága Kiskunlacháza közelében lévő kísérleti telepünkön 9, Kunszentmiklóson 16, Kalocsa környékén már 60-70 m körül van. SÜMEGHY szerint a vízzel telített kavicsos réteg a Dunával összeköttetésben áll, ezért kiapadhatatlan vízforrása a Duna-völgynek. SÜMEGHY ezen állítását MAJOR (1960) vitatja, mert szerinte a dunai vízutánpótlás csak egy viszonylag szűk - átlag 2-3 km széles - partmenti sávra korlátozódik.

SZÁSZHELYI & ALCSER (1964) szerint a Dunától K-felé haladva csökken a kutakból kitermelhető víz mennyisége. A Duna közelében 1000-2000 l/perc, míg a Duna-völgy K-i peremvidékein már csak 400-800 l/perc közötti hozamértékek a jellemzőek.

A sóderes rétegben található víz sótartalma és sóösszetétele RÓNAI (1953) vizsgálatai szerint igen eltérő. HERKE (1983) megállapította, hogy ez a felette lévő talaj sóösszetételével van összefüggésben. Így szikesek alatt mindenütt jelentékeny mennyiségű Na-sót tartalmaz. A magasabban fekvő réti talajok alatt a víz sokkal kevesebb sót tartalmaz és többnyire Ca-MgHCO<sub>3</sub>, Mg-CaHCO<sub>3</sub>-osak.

DARAB & KALMÁRNÉ (1962) 1960-tól kezdődően folyamatosan feltárták és minősítették az ország csőkutas öntözés szempontjából számításba vehető területeinek talajvizeit. Megállapították - többek között -, hogy a Duna-Tisza

közén igen sok helyen nagy nátriumszázalékú, magas sótartalmú, szikes jellegű talajvizek vannak.

A Duna-Tisza közének mélyfekvésű (szikes, réti és láp) talajain a csapadékos időszakban, főként a téli félévben nagy tömegű, többé-kevésbé sós, lúgos belvíz gyűlik össze, melynek túlnyomó többségét hasznosítás nélkül vezetik le a belvízcsatornákon keresztül a Dunába és a Tiszába. Célszerű lenne ennek legalább egy részét a szikes talajú gyepek tavaszi öntözésére felhasználni. HARMATI (1962, 1974) és HERKE (1983) vizsgálatai szerint ugyanis a szoloncsák, szoloncsák-szolonyec szikesek öntözésére Na-sós, lúgos vizek is károkozás nélkül felhasználhatók. Ez a sziki mézpázsitos gyepeknél kimondottan előnyös, mivel e kiváló minőségű fűfélének életfeltétele a talaj nagy sótartalma.

HARMATI (1959) a Duna-Tisza közüi belvízcsatornák vizének több évi vizsgálata alapján megállapította, hogy a kimondottan csak belvizet szállító csatornák vizének minősége a vízgyűjtő területének talajviszonyaitól függ, többnyire erősen sósak és lúgosak, főként a csatorna alsó szakaszán és a tavasz vége felé. A kettős hasznosítású csatornák (pl. a Duna-völgyi főcsatorna) vizének sótartalma Duna-vízzel történő feltöltése után alapvetően lecsökken, de a befolyó belvízcsatornák többnyire erősen sós vize miatt a folyás irányában haladva egyre nő.

HARMATI (1966, 1981) vizsgálatai szerint az öntözés alapvetően megváltoztatja a Duna-völgy szikes talajainak sóforgalmát és legtöbbször kilúgzást eredményez, elsősorban a talaj felső rétegében. Talajműveléssel jelentősen elő lehet segíteni a sók kilúgzását. Az öntözési módok is befolyásolják - a felhasznált víz mennyiségétől függően - a sóforgalom intenzitását és ennek eredőjét. Különböző sótartalmú vizekkel végzett szabadföldi tenyészedény-kísérleteivel megállapította (HARMATI, 1962), hogy a szikesek öntözésére felhasználható víz elbírálásánál figyelembe kell venni a talaj szikességének fokát, sótartalmát és sóösszetételét, valamint a talaj kilúgozhatóságát (kötöttség, szelvényvastagságát) is. VÁRALLYAY (1967b) a Duna-völgyi talajok sófelhalmozódási folyamatainak tanulmányozása során megállapította, hogy a könnyű mechanikai összetételű réti talajon NaCl-os talajvízzel esőztető öntözés hatására a NaCl csak átmenetileg halmozódott fel a talajban, mivel a természetes csapadék a téli félévben kilúgozta. SZABOLCS és munkatársai (1962) megállapították, hogy a Duna-völgy szoloncsák, szoloncsák-szolonyec talajaiban a csapadékos téli félévben kilúgzás, míg a meleg nyári időszakban sófelhalmozódás figyelhető meg.

SZABOLCS & DARAB (1955), DARAB (1961) és VÁRALLYAY (1967a,b, 1970) szükségesnek tartják az öntözött talajok sóforgalmának ismeretét, mivel ezt az öntözés alapvetően megváltoztatja. A talaj sóforgalmának sómérlegben való kifejezése lehetőséget nyújt arra, hogy felismerjük az esetlegesen bekövetkező kedvezőtlen változásokat és kiszámítsuk az adott talajon az öntözővíz megengedhető maximális sókoncentrációját.

### Anyag és módszer

Jelentős mennyiségű nátriumsót tartalmazó talajvízzel történő öntözés hatásait Kunszentmiklós, míg a belvízét Akasztó határában sziki mézpázsitos gye-  
pen vizsgáltuk, 4 éven át (1958-1961 között), műtrágyázással egybekapcsoltan.  
A következő kérdésekre kerestük a választ:

- a Duna-völgy kavicsrétegében több helyen található Na-sós talajvíz, vala-  
mint a belvízlevezető csatornák erősen sós, lúgos vize felhasználható-e kár-  
okozás nélkül a szoloncsák szikeseken kialakult mézpázsitos gyepek öntözé-  
sére?

- hogyan változik a talaj sótartalma, sómérlege, sóösszetétele és szikessége?  
- megmarad-e a sziki mézpázsit dominanciája és kellően növelhető-e pro-  
dukciója?

Pozitív válaszok esetén e helyben található vizekkel olcsón, csatornaépítés  
nélkül megoldható az öntözés.

Mivel a sziki mézpázsitot rossz sarjadóképessége miatt csak egyszer érde-  
mes lekaszálni, a kísérleteket évente csak 2-3-szor öntöztük, árasztó-csörge-  
deztető módon. A terület egyenletes beöntözését a 10 cm-es rétegvonalak men-  
tén készített gátacskák segítségével oldottuk meg. A talajnedvesség mérések  
alapján 1-1 öntözésnél átlagosan 50 mm víz beszivárgását és elpárolgását álla-  
pítottuk meg. A sómérlegek készítésénél is ennyi öntözővíz sótartalmával szá-  
moltunk. Minden egyes öntözés alkalmából megvizsgáltuk a víz sótartalmát és  
sóösszetételét.

A kunszentmiklósi csökutas öntözési kísérlet talaja 120 cm szelvényvas-  
tagságú, erősen összecementálódott  $\text{CaCO}_3$  akkumulációs réteggel rendelkező  
elszikesedett iszap, agyagos homok ( $K_A=36-41$ ). A szolonyecesedést jelző osz-  
lopok kialakulása már megkezdődött a 0-10 cm-es rétegben. A csökutat a 16 m-  
re lévő pannon agyagig süllyesztettük le, így az öntözővizet az e feletti 3 m-es  
szűrőzött csövön keresztül szivattyúztuk fel.

Az akasztói belvizes öntözési kísérlet talaja jóval kötöttebb ( $K_A=44-60$ ),  
mint a kunszentmiklósié, szelvénye is vastagabb (140-150 cm), ezért ez az igen  
nehezen kilúgozható szikések közé tartozik.

Mindkét kísérlet szelvénye alatt található homok, majd homokos kavics ré-  
teg nyomás alatti, erősen Na-sós talajvízzel van telítve.

A kísérletek talaját 3, illetve 4 meghatározott pont közelében, 10 cm-es  
rétegenként, több helyen mintáztuk, első évben öntözés előtt, majd utána, majd  
minden évben az öntözések befejezése után. Megvizsgáltuk a talaj pH-ját,  
szóda-lúgosságát,  $\text{CaCO}_3$ -s, só- és humusztartalmát, a  $K_A$ -t, a Herke-féle Na-  
értéket és a talaj 1:5 arányú vizes kivonatát. Elkészítettük a talajok sómérlegét.

A kísérletben létesített talajvízkutakban mértük a vízszintváltozást és a ta-  
lajvíz sótartalmát, sóösszetételét. Ezt összevetettük a talajéval.

A kísérletek műtrágyakezelései:

Kunszentmiklóson:

1. trágyázatlan
2. 160 kg N/ha
3. 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
4. 160 kg N/ha N + 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Akasztón:

1. trágyázatlan
2. 160 kg N/ha
3. 160 kg N/ha + 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

A parcellák területe 750, illetve 938 m<sup>2</sup>; elrendezése véletlen blokk; az ismétlések száma 4, illetve 6.

Minden évben vizsgáltuk a gyepek fajtaösszetételét és megmértük a parcellák szénatermését.

### Eredmények

#### A sziki mézpázsitos gyepek szénatermése

A sziki mézpázsitos gyepek szénatermésének a műtrágyakezelések hatására történt alakulását az 1. táblázat tartalmazza. Ebből látható, hogy műtrágyázás nélkül - a bőséges vízellátás ellenére - alig kaptunk termést, ami elsősorban a talaj nagyfokú N-szegénységéből adódott. A N-trágyázás önmagában is nagy termésmnövekedést idézett elő mindkét kísérletben, ami az előbbieken kívül a

#### 1. táblázat

A műtrágyázás hatása a sziki mézpázsitos gyepek szénatermésére öntözött viszonyok között

(1) Trágya- kezelések	1958	1959	1960	1961	(3) Átlag	th <sup>x</sup>
	(2) Szénatermés t/ha					
<i>A. Sós talajvízzel öntözve</i>						
0	0,25	0,26	0,38	0,27	0,29	
P <sub>70</sub>	0,24	0,34	0,42	0,38	0,34	0,7
N <sub>160</sub>	2,53	3,98	4,96	4,04	3,89	22,4
N <sub>160</sub> P <sub>70</sub>	3,22	4,54	5,89	4,68	4,58	18,7
a) SzD <sub>5%</sub>	0,52	0,48	0,63	0,43	0,28	
b) Átlag	1,56	2,28	2,91	2,34	2,27	
<i>B. Erősen sós belvízzel öntözve</i>						
0	0,59	0,62	0,52	0,78	0,63	
N <sub>160</sub>	1,70	2,42	2,70	2,30	2,28	10,3
N <sub>160</sub> P <sub>70</sub>	2,96	4,64	5,05	4,69	4,33	16,1
a) SzD <sub>5%</sub>	0,18	0,38	0,42	0,38	0,18	
b) Átlag	1,75	2,56	2,76	2,59	2,41	

th<sup>x</sup> = tápanyaghatékonyság, 1 kg műtrágya-hatóanyaggal kapott terméstöbblet, kg

2. táblázat  
 A felhasznált talajvíz sóösszetétele, mg/l

(1) Öntözések időpontja	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(2) Só- tartalom
	<i>1958</i>								
IV. 25.	76,51	1296,63	393,57	390,00	878,71	14,86	18,04	40,61	3109
V. 16.	93,01	1183,75	407,40	402,01	895,73	9,77	12,02	37,94	3042
	<i>1959</i>								
III. 26.	67,51	1235,61	395,34	429,87	859,36	19,55	44,89	19,70	3072
IV. 28.	36,01	1501,04	418,39	397,21	845,83	13,68	46,89	28,09	3287
V. 14.	162,03	1012,90	382,93	405,85	839,85	9,77	44,09	30,03	2887
	<i>1960</i>								
IV. 15.	19,50	1385,11	365,21	414,50	869,98	8,60	46,09	15,69	3125
V. 6.	18,00	1409,51	377,62	400,10	869,98	8,60	46,09	15,69	3146
V. 20.	54,01	1403,41	377,62	398,65	897,80	11,73	12,02	41,22	3196
	<i>1961</i>								
III. 29.	87,01	1134,93	359,89	427,95	852,73	13,68	14,83	41,22	2932
IV. 25.	78,01	1162,39	347,48	434,67	807,88	9,38	14,83	41,22	2896
IV. 29.	75,01	1226,46	372,30	396,25	859,86	9,38	26,85	33,32	2999
VI. 2.	84,01	1211,21	372,30	399,13	859,86	10,16	30,86	32,59	3000

3. táblázat  
A felhasznált öntözővíz (belvíz) összetétele, mg/l

(1) Öntözések időpontja	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(2) Só- tartalom
	1958								
IV. 26.	48,01	784,08	563,77	127,28	701,87	8,60	16,03	24,08	2273,72
V. 18.	112,52	1260,02	980,74	130,16	1124,55	13,68	20,04	38,30	3680,01
	1959								
III. 26.	216,04	2376,65	1662,93	113,35	1899,65	23,07	20,04	58,85	6370,58
IV. 30.	130,52	2376,65	1560,11	91,26	1899,78	20,33	22,85	54,72	6156,22
V. 14.	240,04	1147,14	1077,89	62,92	1264,83	15,64	12,02	39,40	3859,88
	1960								
IV. 13.	25,50	442,38	150,69	45,15	245,38	5,47	17,23	15,69	947,49
V. 5.	36,01	530,86	673,68	179,15	613,79	8,60	30,06	49,73	2121,88
V. 19.	55,51	796,28	1241,70	310,27	1149,85	20,33	23,65	71,62	3669,21
	1961								
IV. 5.	57,01	1250,87	1528,20	287,70	1449,96	15,64	20,04	84,51	4693,93
IV. 25.	66,01	1421,72	1701,94	276,65	1607,26	17,59	46,49	50,46	5188,12
V. 22.	115,52	1165,44	1547,70	267,53	1534,82	17,20	33,67	52,41	4734,29

sziki mézpázsit nagy N-igényével magyarázható. Legnagyobb hozamokat - e kísérletekben is - az NP-kezelésekkel kaptuk. Az NP-kölcsönhatás a talaj P-el-látottságától függött, így ez Kunszentmiklóson kicsi, míg Akasztón nagy volt.

A talajvíz eléggé nagy sótartalma a sziki mézpázsitot szemlátomást nem károsította, viszont úgy tűnt, hogy a víz alacsony hőmérséklete ( $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) - főként hűvös időben - lassította, visszavetette a melegigényes mézpázsit fejlődését, növekedését. Jelentősebb mértékű fajösszetétel-változás - a gyökérszóna sócsökkenése ellenére - a kísérlet 4 éve alatt még nem következett be. Akasztón a gyakran rendkívül nagy Na-só tartalmú belvíz kedvezően hatott az erősen sós talajt kedvelő sziki mézpázsit versenyképességére, s így dominanciája változatlan maradt. A legjobbnak bizonyult NP-kezeléssel, egy kaszálással, 4 év átlagában 4,58, illetve 4,33 t/ha szénatermést kaptunk, mely jó eredménynek mondható.

#### *Az öntözésre felhasznált víz minősége*

A talajvíz só tartalma 2896-3287 mg/l között, tehát viszonylag kismértékben váltokozott (2. táblázat). Ennek legnagyobb része  $\text{NaHCO}_3$ -ból állt (kb. 45 %), de jelentős volt a NaCl- és  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -tartalma is (kb. 20-20 %).  $\text{NaCO}_3$  csak kb. 4 % volt benne. A sóösszetétel a 4-5 napig tartó öntözési idő alatt sem változott számottevően.

Az akasztói kísérletben az V. sz. csatornából kiszivattyúzott *belvíz* só tartalma és sóösszetétele viszont szélsőséges határok között változott, a belvízképződés mértékétől és az időszaktól függően (3. táblázat). A 947-6371 mg/l közötti só tartalom túlnyomórészt NaCl-ből és  $\text{NaHCO}_3$ -ból állt, melyek aránya változott. Esetenként jelentős mennyiségű  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  és  $\text{MgSO}_4$  is található volt a vízben. Az V. sz. belvízlevezető csatorna vizének nagy és változó só tartalma a belvízgyűjtő területén található erősen sós szikes talajokkal, a változó mennyiségű csapadékkal és a belvizek fokozatos bepárlódásával magyarázható. Meg kell jegyezni, hogy ilyen nagy só tartalmú belvíz csak kevés csatornában található.

#### *Talajvizsgálatok*

A talaj (vizes) pH-értékei Kunszentmiklóson 9,0-9,5, Akasztón 8,9-9,4 között váltokozott a mélységtől és az évtől függően (4. táblázat). Az előbbi helyen, a talajvízzel történt öntözés a 0-20 és a 80-120 cm-es rétegben némileg csökkentette, míg e rétegek között számottevően nem változtatta meg a pH-t. Akasztón a gyakran nagyon sós belvíz a 4. évben az egész szelvényben növelte a pH-t, viszont a 2. és a 3. évben a 10-40 cm-es rétegben - valamilyen oknál fogva - átmenetileg némi csökkenést okozott.

4. táblázat  
A talaj (vizes) pH-jának változása

(1) Mélység, cm	1958. IV.	1958. XI.	1959. VI.	1960. VI.	1961. VI.
<i>A. Talajvízzel öntözve</i>					
0-10	9,20	9,28	9,09	9,16	9,08
10-20	9,40	9,41	9,34	9,35	9,41
20-30	9,43	9,50	9,40	9,44	9,51
30-40	9,49	9,52	9,46	9,49	9,47
40-50	9,42	9,41	9,44	9,45	9,39
50-60	9,38	9,38	9,31	9,41	9,37
60-70	9,36	9,38	9,33	9,33	9,34
70-80	9,26	9,32	9,27	9,28	9,25
80-90	9,26	9,25	9,25	9,22	9,15
90-100	9,19	9,27	9,14	9,14	9,02
100-120	9,20		9,01	9,07	8,96
<i>B. Belvízzel öntözve</i>					
0-10	8,99	9,03	8,91	8,84	9,03
10-20	9,21	9,23	9,14	9,14	9,27
20-30	9,27	9,29	9,16	9,14	9,36
30-40	9,26	9,23	9,17	9,14	9,29
40-50	9,22	9,29	9,20	9,18	9,32
50-60	9,16	9,31	9,19	9,23	9,32
60-70	9,14	9,21	9,20	9,24	9,27
70-80	9,11	9,16	9,20	9,21	9,22
80-90	9,11	9,15	9,14	9,19	9,22
90-100	9,05	9,08	9,14	9,20	9,21
100-110	9,20			9,26	9,17
110-120	8,90			9,16	9,07

A talaj szikességének változását a szoloncsák, szoloncsák-szolonyec talajokon jól bevált Herke-féle Na-értékkel (kicserélhető  $\text{Na} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ ) jellemezzük (5. táblázat). Ez Kunszentmiklóson a 0-10 cm-es rétegben az első évi csekély növekedés után a további években némileg csökkent, míg a 40-100 cm között kismértékben nőtt. Akasztón a kötöttebb és a jóval szikesebb talajon a nagy sótartalmú belvíz már jelentős változásokat okozott. A 2., 3. és 4. évben a 0-40 cm-es rétegben kismértékű csökkenés, míg az ez alatti szintekben jelentős növekedés következett be. A Herke-féle Na-értékkel jellemzett szikesség legnagyobb értéke tehát mintegy 20 cm-rel lejjebb alakult ki, ami a sóakkumulációs réteg lejjebb húzódását jelzi. A szelvény összességében a Herke-féle Na-érték megnőtt.



5. táblázat  
A talaj szikességének változása

(1) Mélység, cm	(2) Herke-féle Na-érték, me/100 g				
	1958. IV.	1958. XI.	1959. VI.	1960. VI.	1961. VI.
<i>A. Talajvízzel öntözve</i>					
0-10	9,85	10,20	9,12	8,85	9,30
10-20	11,47	11,68	10,75	10,90	11,45
20-40	12,06	12,23	11,70	11,93	11,95
40-60	9,70	10,13	9,22	10,48	10,38
60-80	7,13	8,50	7,64	8,35	8,02
80-100	4,48	5,50	4,78	5,03	4,88
<i>B. Belvízzel öntözve</i>					
0-10	11,70	12,70	10,80	10,00	10,60
10-20	13,00	14,20	11,20	11,50	12,50
20-40	14,15	14,10	12,20	12,80	13,68
40-60	15,25	14,60	16,25	17,80	16,33
60-80	12,50	12,00	19,15	19,50	16,94
80-100	9,10	8,80	14,55	15,70	12,80
100-120	8,70			11,70	8,20

6. táblázat  
A talaj 1:5 arányú vizes kivonatának összetétele  
(Kunszentmiklós), mg/100 g

(1) Mély- ség, cm	(2)								Sótar- talom
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
<i>A. Öntözés előtt</i>									
0-10	24,00	281,30	22,30	22,10	129,90	1,20	2,60	10,00	493
10-20	22,50	291,70	42,90	38,40	154,30	1,20	2,40	5,80	559
20-40	27,00	280,70	90,10	87,40	207,70	1,60	2,40	1,60	698
40-60	15,00	201,40	86,90	50,40	152,20	1,20	2,00	2,40	511
60-80	9,60	149,50	51,10	24,90	98,40	0,80	1,40	1,50	337
80-100	4,50	108,00	28,00	19,20	63,20	0,40	0,80	1,90	226
<i>B. 4 évi öntözés után</i>									
0-10	15,00	144,60	51,40	89,30	109,50	1,20	2,00	11,50	424
10-20	23,10	264,20	59,20	49,90	162,80	1,20	2,40	5,20	568
20-40	21,00	272,80	58,50	64,80	175,90	1,60	2,20	1,10	598
40-60	17,10	209,30	68,10	58,60	150,40	1,20	1,80	1,80	508
60-80	12,00	172,10	57,40	40,30	116,60	1,60	1,40	1,50	403
80-100	4,50	110,40	39,00	21,60	73,10	0,80	1,40	2,40	253

A talajok sótartalmának és sóösszetételének változásait az 1:5 (talaj:víz) arányú vizes kivonatok elemzési, valamint a sómérlegek adataiból ismerhetők meg. Kunszentmiklóson a talaj vízoldható sótartalmának összetétele hasonlít az öntözésre felhasznált talajvízéhez, csak a  $\text{SO}_4^{2-}$ - és a  $\text{Mg}^{2+}$ -tartalmában van számottevő különbség (6. táblázat). A talaj sótartalmának túlnyomó többsége Na-sókból, elsősorban  $\text{NaHCO}_3$ -ból áll (kb. 50 %), de ezen kívül jelentős mennyiségű  $\text{NaCl}$ -ot és  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ot is tartalmaz. A legtöbb só a 20-40 cm-es rétegben található. A felső 0-20 cm-ben a  $\text{NaHCO}_3$  és a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  relatív mennyisége nagyobb, mint lejjebb. Ez a réteg tartalmazza a legtöbb Mg-sót is. 4 évi öntözés után a talaj sótartalmában nagy változások nem következtek be: ez a 0-40 cm-es rétegben csökkent, míg a 60-100 cm között kismértékben nőtt, az akkumulációs réteg rovására. A sók összetételében is csak kisebb változások történtek. A 0-10 cm-es rétegben csökkent a  $\text{NaHCO}_3$  és a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , viszont nőtt a  $\text{NaCl}$  és a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  mennyisége. Az akkumulációs rétegben minden sónak, főként a  $\text{NaCl}$  és  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  csökkenése következett be.

A sómérleg-számítások alapján megállapítható, hogy a talaj vízoldható sókészlete a 4 éven át történt nagy Na-sótartalmú, erősen lúgos talajvíz hatására sem nőtt meg (7. táblázat). Ha viszont az öntözővízzel a talajba juttatott sók mennyiségét is számításba vesszük, akkor már 21 %-os sóhiány állapítható meg.

Kiszámítottuk a DARAB (1961) által alkalmazott képlet alapján az öntözővíz megengedhető maximális sókoncentrációját is, mely az adott talajra vonatkozóan 3,27 g/l-nek adódott. Ez valamivel nagyobb, mint a kísérletben felhasznált talajvízé.

Az akasztói kísérlet talajának viszonylag nagy vízoldható sótartalmának túlnyomó része  $\text{NaHCO}_3$ -ból és  $\text{NaCl}$ -ből áll (8. táblázat). Az előbbi a mélységgel csökkent, míg az utóbbi nőtt. 4 évi öntözés itt már jelentős változásokat idézett elő: a sók mennyisége a 0-60 cm-es rétegben csökkent, míg ez alatt nőtt. E kilúgzás jellegű mozgást követte valamennyi Na-só, de emellett a talaj 0-10 cm-es rétegében itt is - bizonyára csak átmenetileg - kismértékű  $\text{NaCl}$  és  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  gyarapodás következett be, a belvíz összetételéből adódóan.

Elkészítettük az 1 m vastagságú talajszelvény sómérlegét is (9. táblázat). Ebből megállapítható, hogy 4 évi öntözés után a talaj sótartalma az öntözésre felhasznált nagy sótartalmú belvíz ellenére is csak 1,52 %-kal nőtt meg, ami  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ból,  $\text{MgSO}_4$ -ból és  $\text{NaHCO}_3$ -ból tevődött össze. Ha viszont számításba vesszük a kiöntözött belvíz sótartalmát is, akkor a sóhiány 18,05 %-os.

A sómérlegek által kimutatott hiányokat egyrészt a talajon keresztül leiszivárgó nedvesség, másrészt a talaj felszínén elfolyó vizek sókioldása okozta. Azt, hogy a horizontális, vagy a vertikális irányú sókilúgzás közül melyik volt a domináns, azt az elvégzett vizsgálatokból csak becsülni lehet. Bizonyosra vehető, hogy az öntözővíz kb. háromszorosát kitevő csapadéknak mindkét irányú sókilúgzásban jelentős szerepe volt. A horizontális irányú sókilúgzást bizonyítja a nagyobb esők után a szikes talajokról a belvízlevezető csatornába le-

7. táblázat  
 A talaj sómérlege (Kunszentmiklós)

	(1)						(2)					
	Sókészlet	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			
	t/ha 1 m vastagságú talajrétegben											
a) A talaj sókészlete és sóösszetétele öntözés előtt (1958. IV.)	69,00	2,38	30,79	8,66	6,37	19,91	0,16	0,27	0,46			
b) Az öntözővízzel a talajba vitt sók mennyisége és összetétele (11 öntözés á 50 mm=5500 m <sup>3</sup> ) a)+b)	16,85	0,38	6,97	21,00	2,25	4,74	0,07	0,17	0,17			
c) A talaj sókészlete és sóösszetétele 4 évi öntözés után (1961. VI.)	85,75	2,77	37,76	10,76	8,62	24,65	0,23	0,44	0,63			
d) A talaj sókészletének és sóösszetételének változása	67,77	2,21	29,08	8,35	7,65	19,57	0,19	0,27	0,46			
	-18,08	-0,56	-8,68	-2,41	-0,97	-5,08	-0,03	-0,17	-0,18			

8. táblázat  
A talaj vizes kivonatának összetétele, mg/100 g  
(Akasztó)

(1) Mélység cm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(2) Só- tartalom
<i>A. Öntözés előtt</i>									
0-10	30,00	390,50	23,00	17,80	169,90	1,60	2,80	11,70	647
10-20	27,00	341,70	46,10	19,70	166,90	1,20	2,40	10,10	621
20-40	27,00	292,90	127,60	36,50	205,60	1,60	2,40	2,20	696
40-60	25,50	308,10	173,70	21,60	238,70	1,60	2,40	4,60	776
60-80	15,00	219,70	134,70	16,80	171,30	1,60	2,80	0,70	563
80-100	7,50	153,80	92,20	7,70	116,80	1,20	1,80	2,50	383
<i>B. 4 évi öntözés után</i>									
0-10	15,00	217,80	58,50	23,00	124,90	1,20	2,00	6,10	448
10-20	18,00	254,40	54,90	19,70	136,80	1,20	1,80	3,80	491
20-40	27,00	271,50	62,00	26,90	148,60	1,20	2,00	7,30	546
40-60	33,00	341,70	108,10	24,00	212,50	1,60	2,00	3,60	726
60-80	24,00	292,90	147,10	41,80	220,30	1,60	2,00	3,60	733
80-100	16,50	216,60	154,20	34,10	191,10	1,60	1,80	3,80	620

9. táblázat  
 A talaj sómérlege  
 (Akasztó)

	(1) Só- készlet	(2) t/ha, 1 m vastagságú talajrétegben							
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
a) A talaj sókészlete és összetétele öntözés előtt (1958. IV.)	91,48	3,11	40,22	16,88	3,04	27,02	0,22	0,36	0,63
b) Az öntözővízzel a talajba vitt sók mennyisége és összetétele (11 öntözés á. 50 mm=5500 m <sup>3</sup> )	21,85	0,55	6,78	6,34	0,95	6,75	0,08	0,13	0,27
c) Összesen (a+b)	113,33	3,66	47,00	23,22	3,99	33,77	0,30	0,49	0,90
d) Vizsgálattal megállapított sókészlet és -összetétel 4 évi öntözés után (1961. VI.)	92,86	3,51	40,76	15,84	4,44	27,10	0,22	0,29	0,70
e) A talaj sókészletében és -összetételében 4 évi öntö- zés után beállt változás	1,39	0,41	0,55	-1,04	1,40	0,08	-0,01	-0,07	0,07
f) Változás %-ban	1,52	13,04	1,36	-6,15	46,18	0,28	-2,70	-19,17	11,16
g) c)-d) közötti különbség	20,47	-0,15	-6,24	-7,38	0,45	-6,67	-0,08	-0,20	-0,20
h) Különbség %-ban	-18,05	-3,99	-13,26	-31,79	11,49	-19,75	-29,18	-40,73	-22,30

10. táblázat  
A talajvíz összetételének változása, mg/l  
(Kunszentmiklós)

(1) Kút száma	(2) Mintavétel ideje	(3) Talaj- vízszint- állás, cm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(4) Sótar- talom
1.	1960. IV. 28.	130	63,01	1501,04	505,26	442,36	1104,76	44,18	20,04	19,58	3700
	VI. 17.	139	183,03	1525,45	495,69	514,40	1319,80	117,29	12,02	7,66	4175
	XII. 01.	105	73,51	1559,01	487,53	400,09	999,91	87,57	16,03	29,55	3653
	1961. IV. 1.	77	141,02	1607,82	498,17	297,31	1124,55	71,94	15,63	27,85	3784
	VI. 28.	117	78,01	1961,73	517,67	73,49	1069,82	72,72	18,04	23,83	3815
2.	1960. IV. 28.	118	61,51	1662,74	721,55	486,06	1319,80	34,40	22,44	26,27	4334
	VI. 17.	131	132,02	1577,31	642,13	431,79	1374,76	55,52	12,02	10,09	4235
	XII. 01.	97	69,01	1568,16	620,50	475,50	1179,75	25,80	16,03	35,99	3990
	1961. IV. 01.	67	129,02	1510,19	586,81	354,94	1134,90	49,26	16,63	24,08	3805
	VI. 28.	108	78,01	1520,57	489,31	158,02	979,90	47,31	14,63	14,23	3302
3.	1960. IV. 28.	116	42,01	1745,11	569,08	342,45	1161,81	31,67	23,25	24,44	3940
	VI. 17.	126	84,01	1635,28	583,98	396,25	1249,89	34,79	12,02	21,89	4018
	XII. 01.	94	45,01	1629,18	563,77	344,85	1102,48	16,42	16,03	34,05	3752
	1961. IV. 01.	62	117,02	1345,45	577,95	394,81	1054,87	25,41	16,63	22,13	3554
	VI. 28.	102	27,00	1369,85	475,12	327,56	961,96	26,58	14,63	18,24	3221

11. táblázat  
 A talajvíz összetételének változása, mg/l  
 (Akasztó)

(1) Kút száma	(2) Mintavétel ideje	(3) Talaj- vízszint- állás, cm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(4) Sólar- tartalom
1.	1960. IV. 13.	160	76,51	2669,54	2035,23	64,84	2289,81	26,19	47,69	49,61	7259
	VI. 17.	136	177,03	2532,25	1965,03	471,17	2419,74	81,32	17,63	54,11	7718
	XI. 30.	123	169,53	3172,94	2561,77	24,01	2922,00	41,83	21,24	21,16	8934
	1961. IV. 26.	99	93,01	3459,72	1850,85	26,90	2414,68	43,79	19,24	43,78	7952
	VI. 22.	123	231,04	2495,64	1843,76	0,00	2169,77	52,78	21,24	38,67	6853
	1960. IV. 13.	150	72,01	2779,37	1845,54	53,79	2164,71	20,33	48,90	57,52	7042
2.	VI. 17.	122	159,03	2703,10	1855,46	567,71	2309,59	72,33	20,04	46,33	7734
	XI. 30.	94	303,05	3825,83	2942,93	178,19	3741,84	28,54	23,65	4,26	11048
	1961. IV. 26.	82	91,51	2877,00	1886,31	26,90	2249,80	28,93	26,85	48,15	7235
	VI. 22.	112	253,54	2535,30	1836,67	0,00	2294,64	39,88	21,24	28,33	7010
	1960. IV. 13.	140	72,01	1830,54	1857,95	576,36	2028,79	26,19	64,93	54,72	6511
	VI. 17.	110	63,01	2596,32	1898,01	36,98	1959,80	66,07	17,63	86,46	6724
3.	XI. 30.	73	96,02	2123,43	1638,11	32,18	1789,86	64,90	16,83	74,18	5835
	1961. IV. 26.	97	30,00	2227,16	1737,39	18,25	1769,85	25,02	36,07	70,89	5915
	VI. 22.	108	136,52	2016,64	1751,58	0,00	1874,71	17,59	36,07	67,00	5900

folyó vizek nagy sótartalma is. E folyamatot a szoloncsák, szoloncsák szolonyec talajok jellegzetes sódinamikája nagyban elősegíti. Akasztón a talaj erős kötöttsége miatt bizonyára a horizontális sókilúgzás a jelentősebb.

### *Talajvízvizsgálatok*

A kísérletekben létesített talajvízkutak vízszintjének rendszeres mérése mellett többször megvizsgáltuk ezek vizét (10. és 11. táblázat). A talajvíz szintje rendszerint a talajszelvény alsó végénél volt található. A kutakban azonban - csapadékos időszakban - ez a hidrosztatikai nyomás következtében felemelkedett (a kutakban ugyanis nyomás nélküli vízszintek alakulnak ki).

A talajvizek sótartalma mindkét vizsgálati helyen, különösen Akasztón igen nagy volt (3221-4334, illetve 5835-11048 mg/l), sóösszetételük pedig nagyon hasonlított a talajéhoz. Ez az összefüggés a Na-sós szikéseknek a természetes csapadék hatására évtizedek (a lecsapolások) óta folyamatban lévő lassú sókilúgzásával magyarázható. Az öntözések előtt és az utána végzett talajvízvizsgálatok adatainak összehasonlításából nem lehet elfogadható következtetést levonni, mivel hol növekedett, hol csökkent a sótartalom. Ennek oka egyrészt az, hogy a sókilúgzás mértéke a kísérlet 4 éve alatt viszonylag nem volt nagy, másrészt a mélybevágású csatornák és a nagyobb esők után összegyülemelő belvizek is befolyásolják a talajvíz szintjét és sótartalmát. A sógörbék lefutása viszont azt jelzi, hogy a talajvíz sótartalma az adott helyeken a talajra nem gyakorolt befolyást.

### **Összefoglalás**

A Duna-völgyben 4 éven át vizsgáltuk, hogy a talaj alatt elhelyezkedő kavicsrétegben található Na-sós talajvizek, valamint a belvívcsatornákkal levelezésre kerülő Na-sós vizek felhasználhatók-e sziki méz pászssal borított szikések öntözésére. Az előbbi Kunszentmiklós, az utóbbit Akasztó határában, középepen, illetve erősen kötött szoloncsákon, műtrágyázással egybekapcsolt kísérletekben tanulmányoztuk. Főbb megállapításaink a következők:

1. A sziki méz pászssit az erősen Na-sós vizek nem károsították, dominanciáját nem változtatták meg. Szénatermését a nitrogén nagy-, a foszfor kismértékben növelte. A legjobbnak bizonyuló NP-trágyázással, egy kaszálással, a szokásos termésszintet érték el (4,58, ill. 4,33 t/ha).

2. Az öntözésre felhasznált talajvíz sótartalma (2896-3267 mg/l) túlnyomórészt  $\text{NaHCO}_3$ -ból és  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ból állt. A belvív sótartalma (947-6371 mg/l), szélsőséges határok között változott, melyben a NaCl és a  $\text{NaHCO}_3$  volt az uralkodó.



3. A talaj magas pH-értékeit a talajvíz a talaj felső és alsó rétegeiben némileg csökkentette, míg a nagyon lúgos belvíz az egész szelvényben kicsit növelte.

A talaj szikességét mindkét öntözővíz a gyökérszónában kismértékben csökkentette, míg a szelvény alsó rétegében növelte, különösen a nagyon sós belvízzel öntözött talajban.

A talaj vízdoldható sótartalma, mely mindkét helyen túlnyomórészt  $\text{NaHCO}_3$ -ból és  $\text{NaCl}$ -ből állt, öntözés hatására kevésbé változott meg. A talaj felső rétegében és a sóakkumulációs szintben csökkenés, míg ez alatt növekedés következett be, főként belvízzel történő öntözés esetén. A sóakkumulációs szint mintegy 20-30 cm-rel lejjebb húzódott. A sómérleg számítások szerint - az öntözővizekkel kiadott sókat is számolva - 21, illetve 18 %-os sóhiány következett be.

Egybevetve a talajvizsgálati adatokat megállapítható, hogy a talajok szikessége és sótartalma az erősen sós öntözővizek hatására sem változott lényegesen, tehát ezek a szoloncsák szikeseken a sziki mézpzásitos gyepek öntözésére felhasználhatók.

A talajvizek mindkét helyen, főként Akasztón nagyon sok Na-sót tartalmaztak. Ezek összetétele a talajszelvényével nagy hasonlóságot mutat.

### Irodalom

- BULLA, B., 1953. Az Alföld felszínének kialakulása. Alföldi Kongresszus. Az Alföld felépítésének kérdései. Budapest.
- DARAB K. & KALMÁR T-NÉ, 1962. Talajvíz feltárások az ország egyes területein. Időszerű Öntözési Kutatások. 59-60. VITUKI Kiadvány. Budapest.
- DARAB K., 1961. Hazai öntözött talajaink sómérlege és sóforgalma. Agrokémia és Talajtan. 10. 305-314.
- HARMATI I., 1959. Öntöző- és csurgalékvizek kémiai vizsgálata a Duna-Tisza közén. I. Duna-völgyi csatornarendszerben végzett vizsgálatok. Hidrológiai Közlöny. 6. 452-458.
- HARMATI I., 1962. Különböző sótartalmú öntözővizek hatása a Duna-Tisza közeli meszes réti öntés és meszes szikes talajokra. Dél-Alföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet Kiadványai. 4. 151-158.
- HARMATI I., 1966. A szikes talajok javítása és az öntözés. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 25. 26-33.
- HARMATI I., 1974. Effect of fertilizing and irrigation on the soil properties and natural vegetation of the Danube Plain's salt affected area. Agrokémia és Talajtan. 23. Suppl. 210-220.
- HARMATI I., 1981. A Duna-Tisza közeli sós, lúgos szikesek hasznosítása gyepgazdálkodással. Agrokémia és Talajtan. 30. 186-191.
- HERKE S., 1949. A nátriumsók szerepe a szikes talajok javításánál. Mezőgazdasági Tudományos Közlemények. 1.
- HERKE S., 1983. Szikes talajok javítása és hasznosítása a Duna-völgyében. Akadémiai Kiadó. Budapest.

- MAJOR P., 1960. A talajvízkutakból való öntözés lehetőségei a Duna-Tisza közén a Duna negyedkori árterületén. *Időszerű Öntözési Kutatások*. 25-27. VITUKI Kiadvány. Budapest.
- RÓNAI A., 1953. Újabb adatok a Duna-Tisza közti talajvizekről. *Hidrológiai Közöny*. 33. 211-226.
- SÜMEGHY J., 1950. Hidrológiai tanulmány a Duna-Tisza köze ipari és ivóvíz ellátásának kérdéseiről. *Hidrológiai Közöny*. 30. 280-292.
- SZABOLCS I. & DARAB K., 1955. Az oldható sók dinamikája öntözött talajokon. *Agrokémia és Talajtan*. 4. 251-264.
- SZABOLCS I., DARAB K. & VÁRALLYAY Gy., 1962. A talajok sómérlegének tanulmányozása természetes és öntözött viszonyok között a Duna-Tisza közén. *Időszerű Öntözési Kutatások*. 73-75. VITUKI Kiadvány. Budapest.
- SZÁSZHELYI P. & ALCSER J., 1964. Öntözés kutakból. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
- VÁRALLYAY Gy., 1967a. A Duna-Tisza közti talajok sómérlegei. II. Sómérlegek öntözött viszonyok között. *Agrokémia és Talajtan*. 16. 27-56.
- VÁRALLYAY Gy., 1967b. A Duna-völgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai. *Agrokémia és Talajtan*. 16. 327-356.
- VÁRALLYAY Gy., 1970. Sóforgalom, sómérlegek és azok jelentősége Alföldi öntözőrendszereinkben. *Agrártudományi Közlemények*. 29. 97-103.

*Érkezett: 1995. december 1.*

## Effect of Irrigation with Saline Groundwater and Brackish Water on Calcareous Solonchak Soils in the Danube Valley

I. HARMATI

Cereal Research Institute, Szeged

### Summary

Investigations were carried out for four years in the Danube Valley to determine whether the saline groundwater found in the gravel-bed below the soil, or the saline brackish water could be used for the irrigation of salt affected soils covered with *Puccinellia*. The former was studied in Kunszentmiklós, while the later near Akasztó on a medium- and heavy-textured solonchak, respectively, in fertilization experiments. The main conclusions were as follows:

1. *Puccinellia* was not damaged by the strongly saline water and its dominance was not affected. The hay yield was increased greatly by N and slightly by P. With the best fertilizer combination (NP) and a single cutting the normal yield level was achieved (4.58 and 4.33 t/ha).

2. The salt content of the groundwater applied (2896-3267 mg/l) consisted chiefly of  $\text{NaHCO}_3$ , NaCl and  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , while that of the brackish water (947-6371 mg/l) varied between wide limits, with NaCl and  $\text{NaHCO}_3$  as dominant salts.

3. The high pH values in the upper and lower layers of the soil were slightly reduced by the groundwater and marginally increased throughout the profile by the very alkaline brackish water.

The salinity and alkalinity of the soil in the root zone was reduced to a slight extent by both types of water, while in the lower layers it was increased, particularly by the very saline brackish water.

The water-soluble salt content of the soil, which consisted largely of  $\text{NaHCO}_3$  and NaCl at both sites, showed little change as the result of irrigation. There was a decline in the upper soil layer and in the salt accumulation layer and an increase below this, especially in the case of irrigation with brackish water. The salt accumulation level moved down some 20-30 cm. According to salt balance calculations, including the salts introduced with irrigation water, a salt deficiency of 21 or 18 % occurred.

A comparison of soil analysis data indicates that the salt content and alkalinity of the soil did not change substantially even when strongly saline water was used for irrigation, so these types of water can be used to irrigate *Atropis limosa* on solonchak soils.

At both sites, but especially in Akasztó, the groundwater contained a large quantity of Na salts, the composition of which exhibited great similarity with that of the soil profile.

*Table 1.* Effect of fertilization on the hay yield of *Puccinellia* under irrigated conditions. (1) Fertilizer treatments. a)  $\text{LSD}_{5\%}$ ; b) Mean. (2) Hay yield, t/ha. A. Irrigated with saline groundwater. B. Irrigated with strongly saline brackish water. Remark: th = nutrient efficiency, yield surplus obtained with 1 kg fertilizer active agent, kg.

*Table 2.* Salt composition of the groundwater used, mg/l. (1) Date of irrigation. (2) Salt content.

*Table 3.* Salt composition of the brackish water used, mg/l. (1)-(2): see Table 2.

*Table 4.* Changes in the pH(H<sub>2</sub>O) of the soil. (1) Depth, cm. A. Irrigated with groundwater. B. Irrigated with brackish water.

*Table 5.* Changes in the salinity and alkalinity of the soil. (1) Depth, cm. (2) Na value according to Herke, meq/100 g. A-B: see Table 4.

*Table 6.* Composition of the 1:5 aqueous extract of the soil, mg/100 g (Kunszentmiklós). (1) Depth, cm. (2) Salt content. A. Before irrigation. B. After 4 years of irrigation.

*Table 7.* Salt balance of the soil (Kunszentmiklós). (1) Salt content. (2) t/ha, in a 1 m thick soil layer. a) Salt content and salt composition of the soil prior to irrigation (April 1958); b) Quantity and composition of the salts introduced into the soil with irrigation water; c) Salt content and salt composition of the soil after 4 years of irrigation (April 1961); d) Changes in the salt content and salt composition of the soil.

*Table 8.* Composition of the 1:5 aqueous extract of the soil, mg/100 g (Akasztó). (1)-(2): see Table 6.

*Table 9.* Salt balance of the soil (Akasztó). (1)-(2), a)-b): see Table 7. c) Total (a+b); d) Salt content and composition determined by analysis after 4 years of irrigation (April 1961); e) Changes in the salt content and composition of the soil after 4 years of irrigation; f) % change; g) Difference between c) and d); h) % difference.

*Table 10.* Changes in the composition of the groundwater, mg/l (Kunszentmiklós). (1) Well no. (2) Sampling date. (3) Groundwater level, cm. (4) Salt content.

*Table 11.* Changes in the composition of the groundwater, mg/l (Akasztó). (1)-(4): See Table 10.