

## A Duna—Tisza közti talajok sómérlegei

### I. Sómérlegek természetes (öntözés nélküli) viszonyok között

VÁRALLYAY GYÖRGY

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest*

A mezőgazdasági termelés során igen gyakran komoly problémát jelent a vízdoldható sók (elsősorban Na-sók) megjelenése és felhalmozódása a talajban. A vízdoldható sók igen sokoldalúan hatnak a talaj termékenységre. A nagy sókoncentráció akadályozza a növények víz- és tápanyagfelvételét, sőt gyakran sejtroncsolást eredményezve közvetlenül mérgezi a növényeket. A vízdoldható sók a talaj szilárd és folyadékfázisa közti kölcsönhatások törvényszerűségeinek megfelelően hatnak a talaj adszorpciós komplexusának állapotára, a kicserélhető kationok összetételére, ezen keresztül pedig a talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságaira is. A természetben ez a sokoldalú hatás rendszerint összefonódva jelentkezik, igen sokféle formában nyilvánul meg, s végeredményben a talajtermékenység csökkenését eredményezheti.

Vízdoldható sók hatása alatt álló, vagy a mezőgazdasági hasznosítás során sók hatása alá kerülő talajok jellemzéséhez alaposan kell ismernünk az azokban lejátszódó folyamatokat. A szikes talajok jellemzése, a szikesedési, vagy sziktelepedési folyamatok vizsgálata, egyes agronómiai, vagy meliorációs eljárások értékelése során egyaránt figyelembe kell vennünk:

- a sók mennyiségét (sótartalom),
- a sók kémiai összetételét,
- a sók talajszelvénybeli eloszlását (sóprofil),
- valamint ezen tényezők időszakos változásait, dinamizmusát.

A sómérlegek számszerűleg foglalják össze ezeket a tényezőket és szemléletesen jelzik a talajban lejátszódó sóforgalmi folyamatokat. Döntő jelentőségük azonban abban van, hogy feltárják a sókészlet növelése, illetve a sókészlet csökkentése irányában ható tényezőket és mennyiségileg jellemzik azokat. Ezáltal lehetővé teszik a sókészletet növelő folyamatok megelőzését, megakadályozását, megszüntetését vagy mérséklését, illetve a sókészletet csökkentő folyamatok elősegítését, biztosítását, vagy gyorsítását. A sómérlegek tehát rámutatnak a szikjavítási és szikhasznosítási eljárások megoldandó problémáira és lehetőségére, a szikesedés megelőzésének, terjedése és fokozódása megakadályozásának módszereire. Lehetővé teszik ezen eljárások várható hatásának bizonyos előrejelzését, s természetesen a bevezetett módszerek hatásának értékelését, eredményességének elbírálását.

A sómérlegek igen nagy elméleti és gyakorlati jelentőségét a szikkutatásban igen jól mutatja az a megkülönböztetett érdeklődés, ami a sóforgalom és a sómérlegek tanulmányozása iránt világszerte megnyilvánul. A vizsgálatok nagyobb hányada az öntözés sokoldalú sóforgalmi hatását elemzi. A sókészletre ható mesterséges tényezők (öntözés, vízrendezés, talajjavítás, agrotechnika, stb.) hatásának elválasztása és értékelése azonban csak a természetes viszonyok közti sómérlegek ismeretében történhet. A hazai és külföldi szakirodalomban egyaránt igen sok olyan adat található, amely éppen e „kontroll-sómérlegek” hiányában egyaránt igen sok olyan adat található, amely éppen e „kontroll-sómérlegek” hiányában veszít sokat értékéből, s teszi sok esetben kétségessé annak elbírálását, hogy vajon a tapasztalt változások ténylegesen az értékelt tényező hatására jöttek-e létre, vagy csupán a természetes sódinamika változásait jelentik.

A talajok természetes viszonyok közötti sóforgalmának szakirodalma igen gazdag. Kiemelkedő a téren KOVDA [8, 9] munkássága, aki már a negyvenes években felhívta a figyelmet a sómérlegek kiemelkedő jelentőségére a talajok sóforgalmának tanulmányozásában. KOVDA lerakta a sómérlegek elvi alapjait, kidolgozta azok metodikai alapelveit és sikerrel alkalmazta a sómérlegeket a Szovjetunió déli részén levő öntözött és öntözetlen szikes talajoknak és az azokban végbemenő talajképződési folyamatoknak, dinamikus változásoknak jellemzésére. Lényegében világszerte KOVDA alapelveit követték azok a vizsgálatok, amelyek különösen a száraz és félszáraz vidékek azon országaiiban indultak meg, ahol az elszikesedés állandó és súlyos veszélye fenyeget, s ahol ezért a talajok sóforgalmának, s az arra ható tényezőknek tanulmányozása a mezőgazdasági termelés egyik kulcskérdése.

Így BAZILEVICS [1] és RABOCSEV [11] a Szovjetunió néhány területéről, DURAND [4] Észak-Afrika, DOWNES [2], JACKSON, BLACKBURN és CLARKE [7] Ausztrália talajairól közöl igen értékes sóforgalmi adatokat, elemezvén az arra ható tényezőket, s az azokat befolyásoló feltételeket.

Magyarországi szempontból különös érdeklődésre tarthatnak számot MAIANU [10] vizsgálatai, aki a Román Alföldön és a Duna alsó folyása mentén — a Duna—Tisza közhöz igen hasonló természeti feltételek között — tanulmányozta a sófelhalmozódás és másodlagos szikesedés talajgenetikai folyamatait, s különösen a talajvizek sóforgalmi hatását elemzi igen részletesen [10].

Hazánkban SZABOLCS és DARAB [12, 13] végzett részletes sóforgalomvizsgálatokat a Tiszántúl különböző területein, s ennek alapján DARAB [3] elkészítette néhány tiszántúli talaj szabatos sómérlegeit. Értékelte az egyes természeti tényezők sóforgalmi hatását, elemezte a sómérlegeket befolyásoló talajtani tényezőket, rámutatva azok talajgenetikai összefüggéseire [3].

A Duna—Tisza közti talajok sótartalmának változásairól és egyes agrotechnikai eljárások erre gyakorolt hatásáról HERKE [6] és HARMATI [5] közölt adatokat.

A sóforgalommal foglalkozó szakirodalmi közlemények rámutatnak a talaj víz- és sóforgalmának szoros kapcsolatára és megállapítják, hogy ezekre — öntözés nélküli viszonyok között — elsősorban két tényezőnek, a légköri csapadéknak és párolgásnak, valamint a talajvíznek van döntő hatása. A légköri csapadék általában a felfelé irányuló vízmozgásnak, s ennek megfelelően a sók kilúgzódásának kedvez. Ezzel szemben a talajvíz szintje fölött a felfelé irányuló kapilláris vízmozgás az uralkodó. Ez magas talajvízszintű területeken, ahol a talajvízből történő intenzív párolgás és az időszakos kiszáradások következtében lehetőség van az oldatok betöményedésére, sófelhalmozódást eredményezhet. E két fő tényező hatása nemcsak intenzitásában lehet nagyon eltérő (pl. sivatagi, félsivatagi területeken a csapadékvíz, mély talajvízű területeken a talajvíz hatása igen korlátozott), hanem hatásirányát illetően is különbözhet a természeti viszonyok sajátosságainak megfelelően. Pl. DOWNES [2] és YAALON [15] a csapadékvíz nem elhanyagolható ( $\approx 0,1$  t/ha/év) sókészletét jelentős sóforgalmi tényezőnek tartják Ausztrália és Izrael tengermenti területein. Ugyanakkor, — mint ezt DOWNES [2] adatai, s a jelen közlemény is igazolja — a légköri csapadék közvetve — a sós talajvíz szintjének megemelése révén — is sófelhalmozódáshoz vezethet. Ezzel szemben viszont pl. egyes növények (különösen nagy sótartalmú halofita kultúrák) termesztésével jelentős sómennyiségek vonhatók ki a talajból és szállíthatók el a területéről.

A csapadékvíz viszonyok (mennyiség, eloszlás), párolgás és a talajvíz viszonyok (mélység, ingadozás, kémiai összetétel) sóforgalmi hatását igen sok tényező befolyásolhatja, módosíthatja. Így pl.:

1. Hőmérsékleti viszonyok és páratartalom.
2. Domborzat.
3. A talaj mechanikai összetétele és szerkezete.
4. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai.

5. A talaj kémiai sajátosságai (pH, kicserélhető kationok,  $\text{CaCO}_3$ , stb.).

6. A talaj eredeti sótartalma, sóprofilja és sóösszetétele.

7. A természetes, vagy természetett növényzet, követett agrotechnika.

A sómérlegek összeállításához ezen tényezők (és a helyi adottságoknak megfelelően esetleg további tényezők) jól definiált adataira és a köztük fennálló összefüggések számszerű ismeretére van szükség. Ez igen nehezen kielégíthető követelmény, ezért a bő sóforgalmi szakirodalomban csak aránylag kevés ilyen elemzést találhatunk [2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14].

A munkák nagy része meghatározott időpontokban, a talajszelvény meghatározott szintjeiből, rétegeiből begyűjtött minták sótartalmának [5, 6], esetleg sóösszetételének [1, 11, 12, 13] meghatározásával követi nyomon a sók mozgását a talajban. Mások liziméteres vizsgálatokkal, vagy modellkísérletekkel kívánják az egyes tényezők sóforgalmi szerepét mennyiségileg is „kimérni”. Az előbbi módszer a tényleges viszonyokat tükrözi, viszont épp a természeti feltételek igen sokoldalú hatása miatt gyakran igen nehéz az egyes tényezők hatásának kiszűrése és számszerű jellemzése. Utóbbi módszerek viszont csak kisebb-nagyobb *közelítéssel* interpretálhatók a tényleges viszonyokra.

Legeredményesebbnek azok a módszerek bizonyultak, amelyek vagy párhuzamosan alkalmazták a két eljárást [4], vagy igyekeztek olyan területet kiválasztani a vizsgálatok céljára, ahol az egyes tényezők aránylag jól definiálhatók, hatásuk megfelelően elkülöníthető és így értékelhető [2, 3, 7, 9, 10, 14]. Ezek a módszerek viszonylag szabatos sómérlegek felállítására nyújtanak lehetőséget, amelyekben az egyes tényezők hatásának iránya és súlya számszerűleg nyer megfogalmazást, de jól kitűnik az azokat befolyásoló faktorok szerepe is.

Vizsgálataink célja az volt, hogy olyan sómérlegeket állítsunk fel az ország egyik jellegzetes területére, a Duna—Tisza közére vonatkozóan, amelyek a sokoldalú követelményeket minél jobban kielégítik. Másik célunk pedig az, hogy egy adott területre alkalmazott sómérlegen keresztül bemutassuk azok sokirányú felhasználhatóságát.

### Vizsgálati anyag, módszerek

Vizsgálatainkat a Duna—Tisza közének északi részén, a Kiskunságban, Kunszentmiklós határában végeztük, a táj két jellegzetes talajtípusán: réti öntéstalajokon és szolonsák-szolonyeceken. A sóforgalomvizsgálatokat 1960 nyarán részletes talajgenetikai felvétel előzte meg. Ennek alapján választottunk ki vizsgálataink céljára 4 talajszelvényt, mégpedig úgy, hogy azok a táj fő talajtípusait és fő talajhasznosítási módjait egyaránt jellemezzék (1. táblázat).

A kiválasztott talajok genetikai, fizikai és kémiai jellemzésére részletes helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk. Ezek eredményeit foglaltuk össze a 2., 3. és 4. táblázatokban.

A sóforgalom tanulmányozása céljából az 1960—1965-ig terjedő időszakban, 7 alkalommal gyűjtöttünk be talajmintákat az év különböző periódusaiban (1. táblázat), a vizsgált talajszelvények genetikai szintjeiből (3. táblázat), a talajvíz szintjének mélységéig. A talajminták sótartalmát és sóösszetételét 1:5 arányú vizes kivonatban határoztuk meg. Az adatok alapján megállapítottuk a sóprofilok és sóösszetétel időszakos változásait, amelyeket szemléletesen mutatja be az 1., 2. és 3. ábra. Párhuzamosan mértük a talajok nedvesgéttartalmát is, amelynek dinamikáját a 4. ábrán tüntettük fel.

Az anionok és kationok 1:5 arányú vizes kivonatban meghatározott mennyisége alapján kiszámítottuk a talajok globális (a talajszelvény talajvíz-szintig terjedő rétegvastagságára vonatkozó) és szintenkénti sókésletét (5. táblázat); ezek időszakonkénti változásai alapján pedig a talajok globális és szintenkénti sómérlegeit. Az adatokat igen szemléletesen mutatják be az 5., 6., 7. és 8. ábrákon feltüntetett sómérlegek.

## 1. táblázat

## A vizsgálat körülményei Kunszentmiklóson

(1) Szelvény száma	(2) Talajtípus	(3) Tengerszint feletti magasság m	(4) Mezőgazdasági hasznosítási mód
602.	Réti öntéstalaj	96,80	Szántóföldi növénytermesztés
604.	Réti öntéstalaj	96,60	Szántóföldi növénytermesztés
606.	Szoloncsák-szolonyec	95,90	Gyérfüvű birkalegelő
608.	Szoloncsák-szolonyec	95,30	Időszakosan vízjárta, szikes tocsogó

## a) Mintavételek időpontja:

1.	1960	ősz	IX.	25.
2.	1961	tavaszi	IV.	20.
3.	1961	ősz	XI.	25.
4.	1962	tavaszi	V.	7.
5.	1962	ősz	VIII.	17.
6.	1963	tavaszi	V.	10.
7.	1965	tavaszi	VI.	1.

## 2. táblázat

## A vizsgált talajok kicserélhető kationjai

(1) Szelvény száma és mintavétel mélysége cm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	T	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
	mg.e./100 g talaj						S %-ban			
<b>602</b>										
5—15	10,71	2,91	0,34	0,63	14,59	13,91	73,5	19,9	2,3	4,3
25—35	10,68	2,63	0,34	0,61	14,26	14,08	74,8	18,4	2,5	4,3
45—55	14,42	4,67	0,82	0,54	20,45	20,00	70,2	23,1	4,1	2,6
65—75	14,67	5,34	0,81	0,29	21,11	20,34	69,4	25,2	3,8	2,6
<b>604</b>										
5—15	12,15	3,24	0,18	0,77	16,34	15,84	74,4	19,8	1,1	4,7
20—30	12,82	3,48	0,21	0,38	16,89	16,20	76,0	20,6	1,2	2,2
35—45	12,21	3,88	0,23	0,27	16,59	15,80	73,5	23,5	1,4	1,6
55—65	9,58	4,62	0,35	0,18	14,73	10,10	65,1	31,3	2,4	1,2
<b>606</b>										
5—15	9,94	3,78	4,27	0,27	18,26	16,95	54,4	20,7	22,4	1,5
20—30	6,08	2,84	13,54	0,47	22,93	17,82	26,5	12,4	59,0	2,1
35—45	7,83	4,42	11,38	0,54	24,17	16,57	32,4	18,3	47,1	2,2
50—60	10,64	5,80	8,62	0,23	25,29	19,10	42,1	22,9	34,1	0,9
<b>608</b>										
5—15	10,81	3,18	2,92	0,25	17,16	14,02	63,1	18,5	16,9	1,5
20—30	6,38	2,90	14,14	0,57	23,99	16,40	26,6	12,1	58,9	2,4
40—50	9,04	3,95	8,72	0,29	22,00	17,48	41,1	17,9	39,7	1,3
55—65	8,30	5,64	8,10	0,30	22,34	18,52	37,1	25,2	36,4	1,3

3. táblázat

A talajszelvények általános talajvizsgálati adatai

(1) Szel- vény száma	(2) Talaajtípus	(3) Genetikai szint		(4) Mintavétel mélysége cm	pH		CaCO <sub>2</sub> %	(5) Humusz %
		jel	cm		H <sub>2</sub> O	KCl		
602.	Réti öntéstalaj	A	0-18	5-15	8,33	7,91	17,67	2,64
		B	18-36	25-35	8,39	7,85	25,07	1,64
		B <sub>k</sub>	36-62	45-55	8,46	7,94	40,69	0,82
		C <sup>k</sup>	62-80	65-75	8,67	8,13	34,11	0,35
			80-114	80-90	8,77	8,10	28,77	
				100-110	8,81	8,12	29,59	
			114-130	120-130	8,77	8,17	29,13	
			130-	150-160	8,55	8,16	28,50	
				180-190	8,58	7,77	16,34	
				210-220	8,07	7,70	20,12	
				240-250	8,22	7,78	8,80	
				270-280	8,00	7,88	10,90	
		604.	Réti öntéstalaj	A	0-20	5-15	8,05	7,64
B	20-30			20-30	8,08	7,41	30,18	2,40
B <sub>k</sub>	30-53			35-45	8,22	7,56	52,39	0,89
C <sup>k</sup>	53-68			55-65	8,16	7,88	42,96	0,30
	68-95			75-85	8,57	8,01	29,82	
	95-110			95-105	8,46	7,93	26,25	
	110-			115-125	8,74	8,03	33,11	
				135-145	8,55	7,93	27,68	
				170-180	8,50	8,00	28,14	
				200-210	8,16	7,93	20,86	
				230-240	8,57	8,10	25,62	
606.	Szolonesák- szolonyec	A	0-15	5-15	9,10	8,29	18,90	1,75
		B <sub>1</sub>	15-35	20-30	9,28	8,39	12,39	1,21
		B <sub>2</sub>	35-47	35-45	9,32	8,43	23,52	0,25
		B <sub>k</sub>	47-64	50-60	9,07	8,13	39,69	0,33
		C <sup>k</sup>	64-88	70-80	8,91	8,13	34,65	0,35
			88-120	100-110	8,89	7,85	25,20	
			120-	130-140	8,97	7,68	28,77	
				160-170	8,77	7,87	40,32	
				190-200	8,56	7,72	46,62	
		220-230	8,07	7,61	13,02			
608.	Szolonesák- szolonyec	A	0-15	5-15	8,72	7,54	10,28	1,11
		B	15-37	20-30	9,11	8,44	22,60	0,77
		B <sub>k</sub>	37-71	40-50	8,88	8,38	45,60	0,40
				55-65	8,60	8,04	46,52	0,20
			71-85	75-85	8,94	8,04	31,62	
			85-104	90-100	8,58	7,77	34,68	
			104-125	110-120	8,86	8,12	32,43	
			125-	150-160	8,52	7,72	28,75	
		180-190	8,32	7,77	17,05			

## 4. táblázat

A vizsgált talajok mechanikai összetétele  
(Karbonátmentes anyagra számítva %-ban)

(1) Szelvényszám és mintavétel mélysége cm	(2) Hízroszkópos víz %	(3) Sósavas vesztés %	(4) Mechanikai frakció mm-ben						(5) Fizikai	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Fizikai	
									homok	agyag
<b>602</b>										
5-15	2,83	17,84	1,20	19,68	25,95	5,90	8,88	20,55	46,83	35,33
25-35	2,25	29,93	0,61	13,08	23,21	5,76	8,07	19,34	36,90	33,17
45-55	1,49	44,96	0,26	7,86	22,82	3,83	6,77	13,50	30,94	24,10
65-75	0,67	35,32	0,02	18,82	32,52	3,71	5,51	4,10	51,36	13,32
80-90	0,75	31,65	0,07	19,16	33,74	4,15	4,22	7,01	52,97	15,38
100-110	0,84	32,55	0,21	17,88	33,82	4,15	4,11	7,28	41,91	15,54
120-130	0,69	30,20	0,13	27,34	29,46	3,87	2,43	6,57	56,93	12,87
150-160	0,42	28,65	4,30	46,80	13,28	1,29	0,55	5,13	64,38	6,97
180-190	0,19	14,88	58,48	23,61	1,68	0,11	0,35	0,89	83,77	1,35
210-220	0,18	19,14	34,59	42,78	0,93	0,94	0,07	1,55	78,30	2,56
240-250	0,17	10,83	73,34	11,80	0,93	0,59	0,70	1,73	86,15	3,02
270-280	0,13	11,23	66,28	19,70	0,04	0,09	0,00	2,66	86,02	2,75
<b>604</b>										
5-15	3,04	17,47	0,83	14,11	22,76	7,80	10,21	26,82	37,70	44,83
20-30	2,86	31,92	0,41	9,45	17,58	6,18	10,08	24,38	27,44	40,64
35-45	1,49	54,78	0,09	5,45	13,91	6,92	4,70	14,15	19,45	25,77
55-65	0,98	47,53	0,12	6,83	20,98	6,43	7,00	11,11	27,93	24,54
75-85	0,63	33,11	0,28	25,81	28,47	2,65	3,46	6,22	54,56	12,33
95-105	0,49	28,53	2,10	45,49	15,14	2,42	2,90	3,42	62,43	8,74
115-125	0,88	34,18	0,01	8,89	41,40	1,53	6,67	7,32	50,30	15,52
135-145	0,67	31,30	0,07	30,28	28,54	2,69	2,16	4,96	58,89	9,81
170-180	0,52	31,02	0,93	33,93	25,76	2,05	2,26	4,05	60,62	8,36
200-210	0,34	20,32	16,42	59,48	2,00	0,56	0,15	1,07	77,90	1,78
230-240	0,55	28,26	11,64	28,04	18,95	2,48	4,00	6,63	58,63	13,11
<b>606</b>										
5-15	2,36	19,44	0,14	4,18	29,91	11,08	14,21	21,04	34,23	46,33
20-30	2,04	20,95	0,26	6,92	24,94	9,51	13,66	23,76	32,12	46,93
35-45	2,10	26,79	0,18	9,75	20,88	7,09	11,26	24,05	30,81	42,40
50-60	1,67	41,76	0,07	8,22	18,32	5,57	7,71	18,35	26,61	31,63
70-80	1,15	36,86	0,06	11,92	27,39	5,89	4,65	13,23	39,37	23,77
100-110	0,85	27,89	0,14	41,63	19,85	1,36	1,77	7,36	61,62	10,49
130-140	0,83	30,96	0,10	24,35	33,06	2,71	2,12	6,70	57,51	11,53
160-170	0,98	41,35	0,06	8,28	30,41	3,55	7,16	9,19	38,75	19,90
190-200	0,37	48,37	0,12	0,61	12,86	12,04	11,79	14,21	13,59	38,04
220-230	0,39	13,06	24,30	51,36	4,08	0,70	1,49	5,01	79,74	7,20
<b>608</b>										
5-15	2,17	12,18	1,33	27,14	23,03	5,99	9,65	20,68	51,50	36,32
20-30	2,17	27,10	0,54	21,70	19,64	2,99	6,88	21,25	41,88	31,02
40-50	0,95	45,65	0,82	23,17	12,80	2,61	4,38	10,57	36,19	17,56
55-65	0,51	34,81	4,38	33,04	16,95	1,87	2,98	5,97	54,37	10,82
75-85	0,86	35,09	0,22	10,94	33,28	4,84	5,76	9,87	44,44	20,47
90-100	0,67	26,57	0,52	43,87	17,07	2,26	4,37	5,34	61,48	11,97
110-120	0,86	34,96	0,13	16,81	30,88	4,15	5,46	7,61	47,82	17,22
150-160	0,62	28,70	0,36	43,17	17,77	1,15	3,64	5,21	61,30	10,00
180-190	0,20	17,93	48,33	28,36	2,52	0,34	0,39	2,13	79,21	2,86

5. táblázat

A vizsgált talajok sókészlete (Adatok tonna/hektárban)

Szelv. száma	Mintavétel mélysége cm	Sókészlet						
		1960 IX.	1961 IV.	1961 XI.	1962 V.	1962 VIII.	1963 V.	1965 VI.
602.	0—10	0,96	0,97	0,78	1,17	1,00	0,94	0,66
	10—20	0,83	0,97	1,01	1,17	0,76	0,89	1,37
	20—35	1,38	1,53	1,61	1,87	1,19	1,78	1,34
	35—45	0,85	0,91	0,99	0,96	0,85	1,29	0,75
	45—60	1,05	1,29	1,19	1,40	1,44	1,37	0,84
	60—80	1,57	1,71	1,28	1,83	1,85	1,40	1,44
	80—100	1,51	1,80	1,55	1,55	1,77	1,54	1,61
	100—120	1,37	1,68	1,01	1,47	1,91	1,51	1,19
	120—140	1,38	1,68	0,99	3,55	1,92	1,40	1,34
	140—160	1,52	1,88	1,32	1,69	2,11	2,19	1,79
	160—180	1,33	1,85	1,47	1,87	2,46	2,19	1,87
	180—200	1,78	2,14	2,43	2,79	2,27	2,88	2,45
	200—230	3,87	3,92	3,42	4,24	3,56	4,05	3,55
	230—260	3,39	2,92	1,36	2,61	2,99	2,52	1,89
	0—260	22,79	25,25	20,41	28,17	26,08	25,95	22,09
604.	0—20	2,12	2,02	2,36	3,21	2,54	2,64	1,22
	20—30	1,11	1,18	0,92	1,42	1,36	1,31	0,71
	30—50	2,35	1,90	1,82	2,14	2,16	2,46	1,43
	50—70	2,50	1,95	1,78	2,08	2,26	2,36	1,74
	70—95	2,72	2,93	2,38	2,60	3,25	3,57	2,21
	95—110	1,47	1,95	1,39	1,57	2,24	2,34	1,29
	110—130	2,86	2,58	2,33	2,34	3,52	2,90	1,94
	130—160	4,10	3,69	2,42	3,56	4,35	4,10	3,02
	160—190	3,54	2,82	1,81	3,35	3,11	3,98	3,38
	190—220	3,22	2,82	2,53	3,38	3,07	4,31	3,03
	220—250	2,72	2,82	3,46	4,22	3,11	3,20	4,26
		0—250	28,71	26,66	23,20	29,87	30,97	33,17
606.	0—15	5,04	4,60	3,91	3,14	4,48	4,46	4,26
	15—35	13,51	9,80	11,61	11,31	14,08	13,50	13,10
	35—45	6,70	5,10	5,79	8,30	8,23	7,50	7,51
	45—65	12,41	9,72	10,22	13,02	10,39	10,70	12,05
	65—90	11,48	10,21	8,38	11,71	8,57	7,01	7,88
	90—120	6,84	6,43	7,27	8,72	6,11	6,78	6,91
	120—150	7,42	6,06	6,48	7,46	5,49	6,32	6,54
	150—180	6,93	5,65	6,24	2,54	5,33	6,06	5,22
	180—210	6,87	5,65	5,26	4,13	4,46	4,06	3,80
	210—240	3,35	3,71	3,90	5,40	3,19	3,73	4,04
		0—240	80,55	66,93	69,06	75,73	70,33	70,12
608.	0—15	5,15	4,35	4,19	6,35	5,54	3,16	5,80
	15—35	16,72	9,42	15,51	14,51	15,50	14,50	18,70
	35—50	7,76	7,93	14,91	14,12	10,58	10,15	14,72
	50—70	5,81	6,71	7,20	7,88	6,95	6,35	7,87
	70—85	5,10	3,09	4,51	4,55	4,36	4,06	4,34
	85—105	5,17	5,92	4,90	4,77	4,53	4,49	4,78
	105—125	5,46	5,11	4,99	4,81	4,75	4,31	4,35
	125—145	4,53	4,57	4,05	4,15	4,02	4,02	3,62
	145—170	2,82	6,14	5,30	5,82	5,05	5,05	5,12
	170—200	3,94	4,01	3,54	4,02	3,80	4,10	4,18
	0—200	62,46	57,25	69,10	70,98	65,08	60,19	73,48

6. táblázat

## A vizsgált terület csapadékviszonyai (mm)

(1) Időszak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	(2) Évi összesen	(3) Havi átlag
50 éves átlag	31	32	35	47	59	59	48	49	46	49	53	41	549	45
1960	47	41	36	36	42	91	99	42	64	84	100	40	723	60
1961	25	26	6	47	28	42	33	7	1	13	66	30	324	27
1962	25	23	42	25	26	23	43	9	41	11	99	23	300	32
1963	64	57	37	15	49	71	39	73	93	20	22	74	614	51
1964	4	21	35	27	29	160	37	79	23	103	47	79	644	54
1965	65	10	39	58	101									

## a) Mintavételek közti időszakok csapadékviszonyai

(1) Időszak	Tényleges mm	Sok éves átlag mm	Havi átlag	
			tényleges	sok éves átlag
1960 IX — 1961 IV	328	288	47	41
1961 IX — 1962 V	145	186	29	37
1962 VIII — 1963 V	347	334	43	42
1961 IV — 1961 XI	190	363	27	52
1962 V — 1962 VIII	101	215	25	54
1960 IX — 1961 XI	518	651	37	47
1961 XI — 1962 VIII	246	401	27	44
1961 IV — 1962 V	335	549	28	46
1962 V — 1963 V	448	550	37	46
1963 V — 1965 VI	1358	1117	54	45
1960 IX — 1962 VIII	764	1052	33	46
1960 IX — 1963 V	1111	1386	36	45
1960 IX — 1965 VI	2469	2503	44	44
1961 IV — 1963 V	783	1099	33	45
1961 IV — 1965 VI	2141	2216	44	45

## b) A vizsgált terület párolgási adatai (területi párolgás havi értékei mm)\*

(1) Időszak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
Sokéves átlag	7	9	22	48	85	92	91	70	50	26	13	7	520
1960	7	9	22	64	79	106	81	79	51	17	13	7	535
1961	7	9	22	66	76	110	100	88	66	31	13	7	595
1962	7	9	22	61	94	96	80	94	49	21	13	7	553
1963	7	9	22	63	97	100	110	77	73	18	13	7	566

\*Kecskemét adatai (I—III és XI—XII hó adatai átlagadatok)



7. táblázat

A vizsgált terület talajviszonyai

	(1) Mintavétel		602	604	606	608
	száma	időszaka				
a) Talajvízszint mélysége cm	1.	1960 IX.	220	260	240	200
	2.	1961 IV.	200	185	170	170
	3.	1961 XI.	270	260	220	190
	4.	1962 V.	240	230	220	180
	5.	1962 VIII.	260	255	215	200
	6.	1963 V.	230	200	185	180
	7.	1965 VI.	230	220	200	170
b) Talajvíz hatásának határfelülete cm	1.	1960 IX.	130	115	100	105
	2.	1961 IV.	120	85	90	85
	3.	1961 XI.	180	110	90	70
	4.	1962 V.	150	90	90	90
	5.	1962 VIII.	190	110	90	105
	6.	1963 V.	140	110	90	85
	7.	1965 VI.	120	95	90	85

A sóforgalom vizsgálatával párhuzamosan figyelembe vettük a sóforgalomra ható fő tényezők (csapadékviszonyok, párolgás, talajvízviszonyok) jellemző adatait is:

a) a csapadék és párolgás mennyiségét és eloszlását (6. táblázat),

b) a talajvízszint mélységét és hatásának határfelületét (talajvízből kapillárisan telített talajréteg mélysége) (7. táblázat),

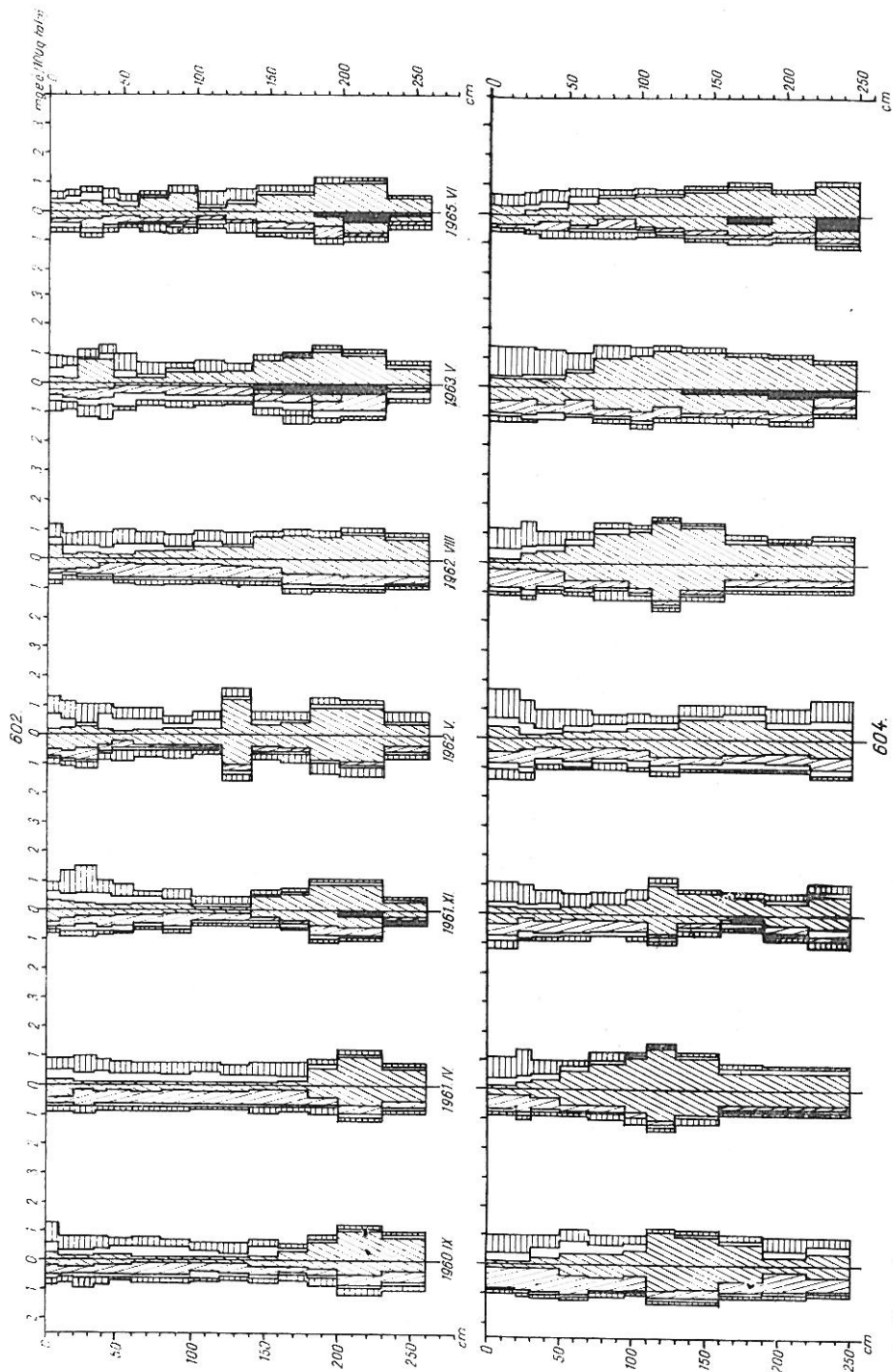
c) a talajvíz kémiai összetételét és annak váltakozását (9. ábra).

A nyert adatsorok összevetése alapján megállapítottuk, hogy az egyes tényezők milyen feltételek között, hogyan és milyen mértékben hatottak a sómérlegek alakulására.

Vizsgálati eredmények és azok értékelése

A Duna 1—5 km széles alluviális területe (nyers és humuszos öntéstalajok) és a Duna—Tisza közti homokhát (futóhomok és humuszos homoktalajok) között elhelyezkedő széles, lapos területen — ahol vizsgálatainkat végeztük — szoros összefüggés tapasztalható a talajok domborzati elhelyezkedése, a talajvízszint mélysége és a talajok genetikai típusa között:

tengerszintfeletti magasság m.	talajvízszint átlagos mélysége cm	talajtípus
94—95	0,4—1,0	szolonesák szolonesák-szolonyec réti öntéstalaj
95—96	1,0—2,0	
> 96	> 2,0	



I. ábra. A 602. és 604. szelvény sémérlegei (1 : 5 arányú vizes kivonatokban meghatározva, mg. e. é./100 g talajban kifejezve).  
(Jelmagyarázatot lásd a 2. ábrán)

Területileg a szoloncsák-szolonyecek és a réti öntéstalajok a legjelentősebbek.

E vizsgált két talajtípus morfológiai, fizikai és kémiai tulajdonságai közül elsősorban az alábbiak hatnak a talajok sóforgalmára, befolyásolják azok sómérleget:

1. Sajátos A—B—B<sub>k</sub>—C szelvényfelépítés. Az A-szint vályog mechanikai összetételű (fizikai homok és fizikai agyag aránya 1:1), CaCO<sub>3</sub>-tartalma 11—18%. Viszonylag kedvezőbb vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik. A 15—20 cm vastag B-szint valamivel nehezebb mechanikai összetételű, CaCO<sub>3</sub>-tartalma 20—25%. Ez alatt egy 20—30 cm vastag intenzív mészkumulációs szint következik (40—45% CaCO<sub>3</sub>), majd a CaCO<sub>3</sub>-tartalom 20—30%-ra esik vissza, a mechanikai összetétel pedig fokozatosan egész homokossá válik (3., 4. táblázat).

2. A talajok erősen lúgos kémhatása: pH 8—9,3 (3. táblázat).

3. A NaHCO<sub>3</sub>-típusú sótartalom, ami a réti öntéstalajoknál csupán 1,0—1,5 mg e.é./100 g talaj mennyiségű, a szoloncsák-szolonyecek B-szintjében azonban eléri a 7—10 mg e.é./100 g talajt (1., 2., 3. ábra).

4. A szoloncsák-szolonyecek erős Na<sup>+</sup>-telítettsége 25—50 S% Na<sup>+</sup> a B-szintben (2. táblázat).

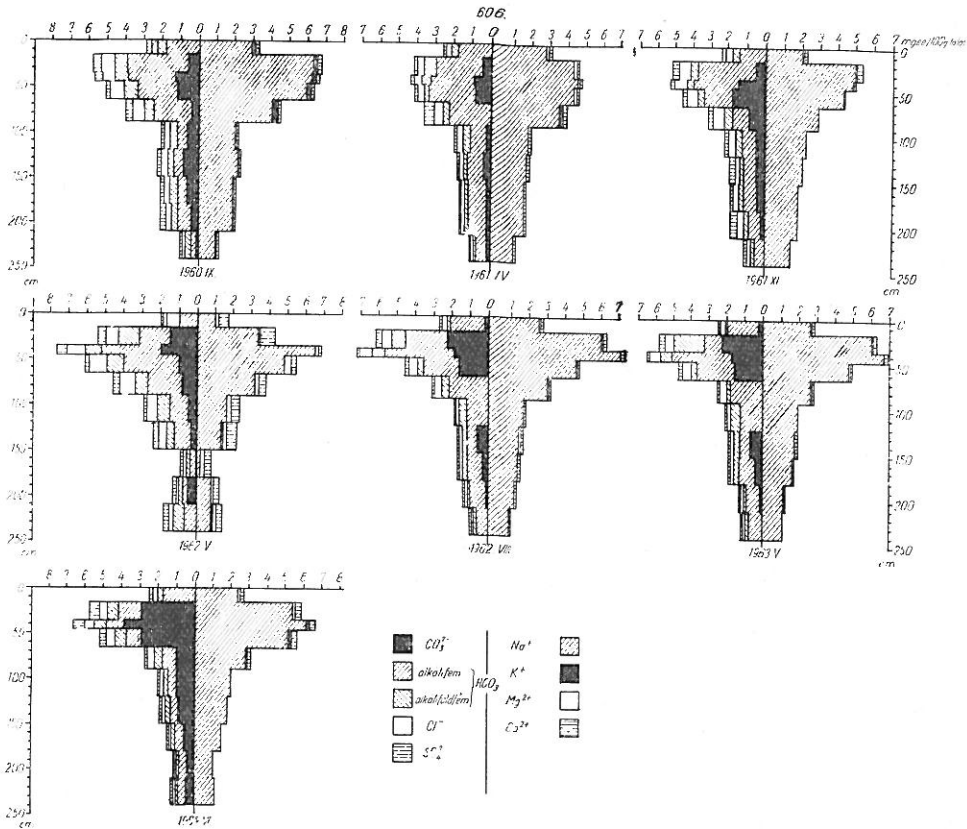
5. A felszínközeli, erősen ingadozó szintű (7. táblázat), sós, NaHCO<sub>3</sub> tartalmú talajvizek (9. ábra).

Ezek a tényezők főként a talajok drénviszonyainak befolyásolásával hatnak, elsődlegesen a talaj nedvességforgalmára, ezen keresztül természetesen sóforgalmára is.

A talajok — különösen a mélyebb rétegek — igen könnyű mechanikai összetétele jó drénviszonyokat biztosítana. A réti öntéstalajoknál azonban a szárazon keményre kötődő, nehezen vízátjárható mészkumulációs szint az egész talajszelvény drén-sajátosságait lerontja, s hozzájárul ehhez az időszakosan telemelkedő talajvízszint hatása is. A nedvességdinamika ennek megfelelően, elsősorban a mészkumulációs szintek fölötti, illetve a talajvízből kapillárisan telített szint fölötti, kb. 100—120 cm-es talajrétegben élénk (4. ábra). Követi ezt a vízdoldható sók dinamikája is, amelyek abszolút mennyisége azonban ezekben a talajokban csekély (1. ábra).

A szoloncsák-szolonyeceknel a mészkumulációs szint mellett elsősorban a nagy só- és ezen belül Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-tartalmú, Na<sup>+</sup> ionnal erősen telített B-szint rontja le teljesen a talajszelvény drénviszonyait, s korlátozza a csapadék hatását csupán az A-szintre. Ezért itt elsősorban a felszínközeli, nedves időszakban gyakran a felszínig emelkedő talajvizek nyomják rá bélyegüket a talajszelvény nedvesség- (4. ábra) és sóforgalmára (2. és 3. ábra).

Igaz ugyan, hogy természetett növénycink szempontjából elsősorban a felső talajrétegek sótartalma lényeges, azonban épp a végbemenő sóforgalmi folyamatok miatt nem korlátozható a sótartalom vizsgálata erre a rétegre, hanem azt a talajszelvény talajvízszintig terjedő rétegvastagságában kell elvégezni. Erre a rétegvastagságra vonatkozóan állapítottuk meg a talajok ún. „globális” sókészletét. Az 5. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a vizsgált talajok sókészlete a réti öntéstalajoknál 0—250 cm-ig mintegy 20—30 tonna/hektár, a szoloncsák-szolonyeceknel 0—200 cm-ig mintegy 60—70 t/ha. A globális sókészlet váltakozása az adott természeti viszonyok között nem különösebben intenzív, s annak ingadozása csak kivételesen és ritkán éri el az összes sókészlet 25—30%-t, általában azonban ennél jóval kisebb (≈ 10%). A Kovda szerint értelmezett [9] szikesedési hányadosok ennek megfelelően 1,0 körüliek,



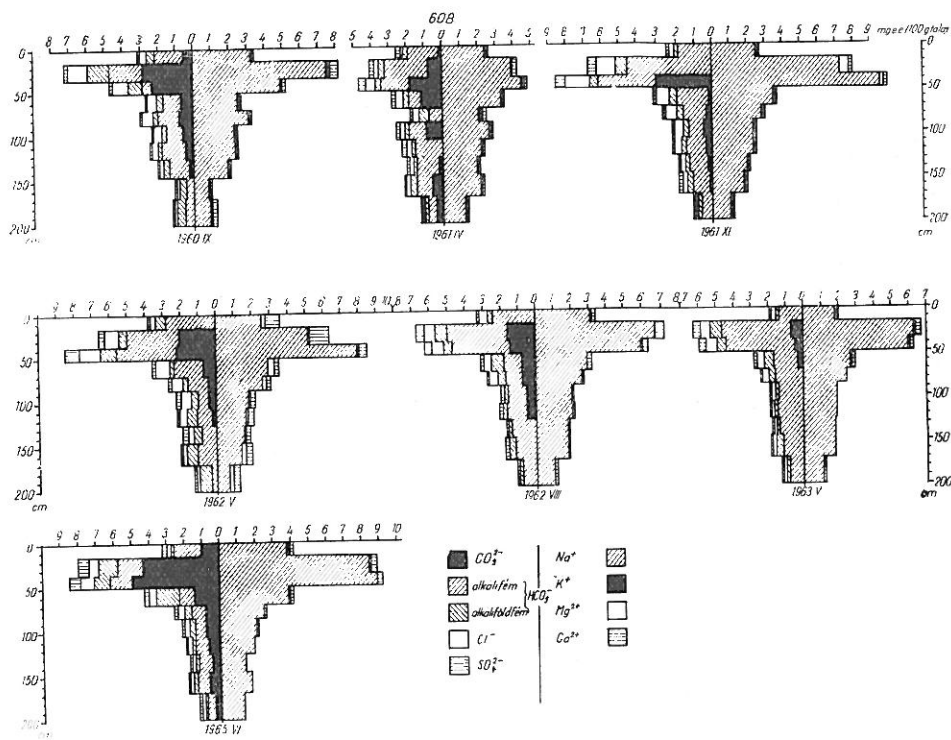
2. ábra

A 606. szelvény sóprofiljai (1 : 5 arányú vizeskivonatban meghatározva, mg. e. /100 g talajban kifejezve)

0,8 és 1,2 között váltakoznak. Az adatokból kitűnik, hogy a sókészlet periodikus változásai többnyire kiegyenlítődnek, s hosszabb időszak vonatkozásában a talajból kilúgzódó és az ott felhalmozódó vízoldható sók mennyisége közel azonos, a sómérleg egyensúlyban van, s stabilnak mondható. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a jelenlegi természeti feltételek között sem a szikesedési, sem a sziktelenedési folyamatok jelentősebb előretörésével nem kell és nem is lehet számolni.

A stabil globális sómérleg (tehát a talajszelvény egészének többé-kevésbé állandó sókészlete) azonban távolról sem jelenti azt, hogy a talaj sókészlete és sóprofilja az év egyes periódusaiban nem változik — gyakran igen jelentősen. A vizsgált négy talajszelvény sóprofiljainak változását mutatja be az 1., 2. és 3. ábra. Az ábrákról jól látható, hogy a réti öntéstalajok sóprofiljai aránylag kis mértékben változnak (1. ábra), míg nagyobb sókészlettel rendelkező szoloncsák-szolonycék sódinamikája, különösen azok B-szintjében, sokkal élénkebb (2. és 3. ábra).

A vizsgált réti öntéstalajok sótartalma az egész szelvényben 1—1,5 mg e. /100 g talaj. A sók összetétele tekintetében megállapítható, hogy a felső

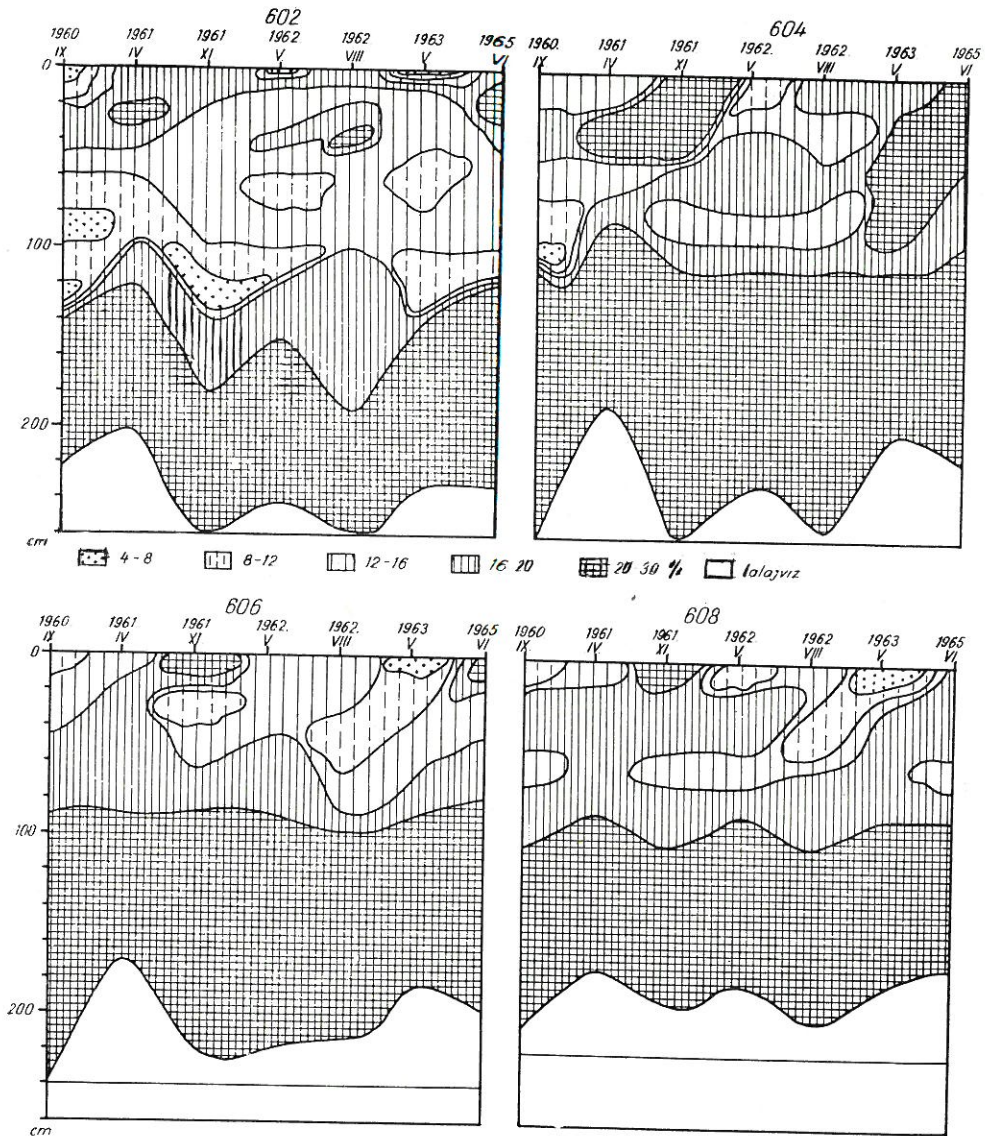


3. ábra

A 608. szelvény sóprofiljai (1 : 5 arányú vizes kivonatban meghatározva, mg. e. é./100 g talajban kifejezve)

szintekben kis mennyiségű  $NaHCO_3$  és  $Mg(HCO_3)_2$  mellett elsősorban a  $Ca(HCO_3)_2$  mennyisége jelentős. A mélységgel a kémhatás egyre lúgosabbá válik, a pH 8,0-ról 8,8-ra emelkedik (3. táblázat). Emiatt az alkáliföldfémhidrokarbonátok oldhatósága visszaszorul, s a  $NaHCO_3$  válik uralkodóvá a talaj oldható sókészletében (1. ábra). A bemutatott sóprofilokból az is kitűnik, hogy a sókészlet abban a mélységben válik nátriumhidrokarbonátossá, ahol az erősen lúgos,  $NaHCO_3$ -s talajvíz (9. ábra) hatásának a határfelülete (7. táblázat, 4. ábra) kialakul. A sóösszetétel időszakos változásai nem jelentősek, s az elmondottak alapján jól magyarázhatóak a talajvízszint ingadozásával.

A szolonszók-szolonyecsek sótartalma az A-szintben 2—4 mg e. é. a B-szintben hirtelen 5—9 mg e. é.-re emelkedik, majd hirtelen 2—3 mg e. é.-re esik vissza, s a talajvízszintig fokozatosan 1—2 mg e. é.-re csökken. A sók összetételében az erősen lúgos kémhatás miatt szinte kizárólag csak Na-sók szerepelnek, az oldható Ca és Mg-sók mennyisége jelentéktelen. A Na-sók közül az egész szelvényben a  $NaHCO_3$  uralkodik, s csak a sófelhalmozódási szintekben fordul elő emellett említésre méltó  $NaCl$ -tartalom. A sóösszetétel időszakos változásai csak a  $NaHCO_3$  —  $Na_2CO_3$  arány vonatkozásában jelentősek. Ezen arány igen figyelemreméltó periodikus ingadozása a nedvességviszonyok, a talajlevegő és talajoldat  $CO_2$ -koncentrációjának változásaival jól magyarázható (2., és 3. ábra).



4. ábra  
A vizsgált talajok nedvességforgalma

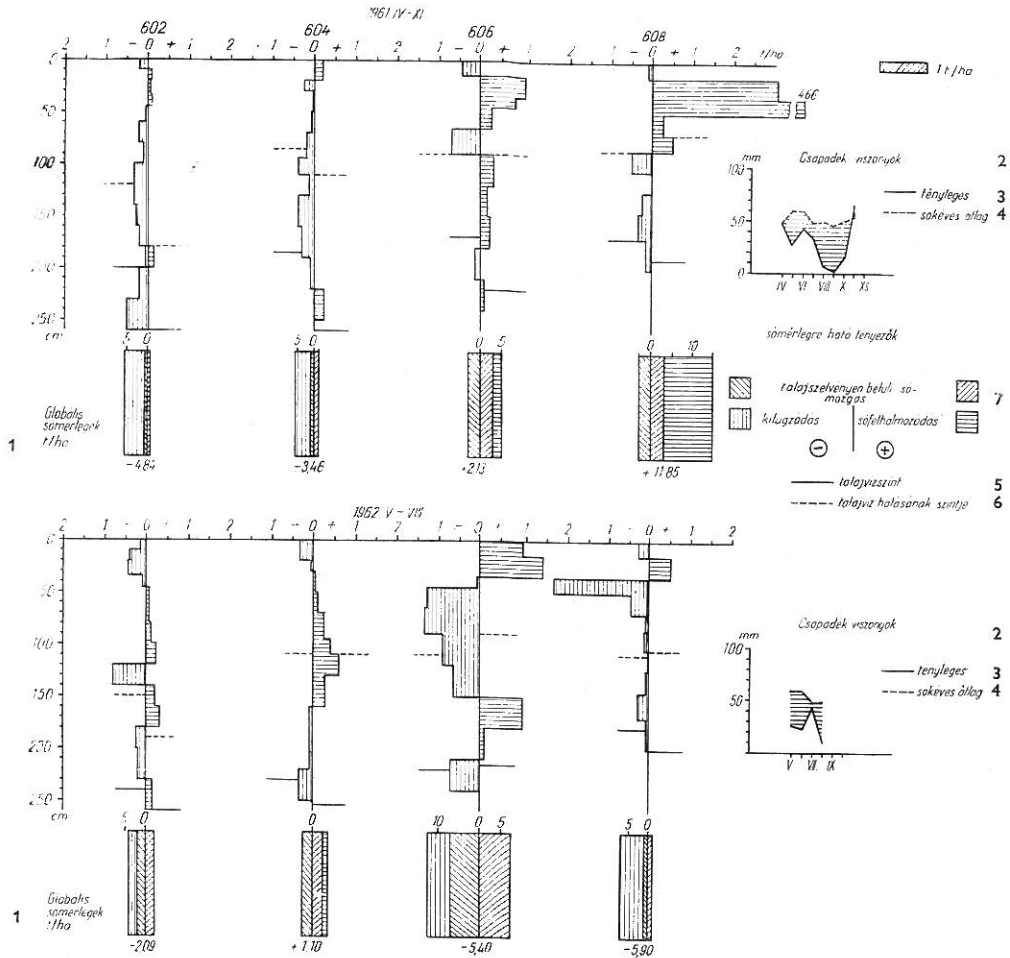
A bemutatott sóprofil sorozatok jól jelzik a talaj sótartalmának és sóösszetételének dinamikáját. Még konkrétobb adatokat szolgáltatnak azonban erre vonatkozóan a talajszintek sómérlegei, amelyek tonna/hektár-ban fejezik ki az egyes talajszintek sókészletének periodikus változásait (5., 6., 7., 8. ábra). Az ábrák adataiból kitűnik, hogy ezek a változások — elsősorban a szoloncsák-szolonycécek B-szintjeiben — elérhetik a sókészlet 50—80%-t is, ami igen tekintélyes (6—7 t/ha) sómennyiségeket jelent. Az egyes talajszintek sókészletének

jelentős periodikus változásai azonban hosszabb időszak vonatkozásában ugyanúgy kiegyenlítődnek, mint a globális sókészletek esetében. A talajszintek sómérlegei tehát intenzívebb sódinamikát tükröznek, de tendenciájukban szintén egyensúlyban vannak. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a globális sómérlegek stabilak, hanem az egyes talajszintek sómérlegei is: tehát *viszonylag* állandóak a sóprofilok. Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a vizsgált táj természeti viszonyaiba a húszas évek vízrendezési munkái óta nem történt gyökeres beavatkozás és a Kiskunság természeti areulátát ezek a vízrendezések és az öntözés terjedése — egyelőre — sokkal kevésbé formálták át, mint pl. a Tiszántúlt. Hosszabb időszak vonatkozásában a csapadékviszonyok, a párolgás és a talajvízviszonyok közel állandóak, s így a tényezők összehatásának eredményeképpen az idők folyamán létrejött a jelenlegi — aránylag stabil — egyensúlyi állapot. Ez a viszonylagos egyensúly, ez a tendenciájában stabil állapot azonban — mint az adatok bizonyítják — figyelemre méltó talajszelvénybeli- és szezonidamikát takar. Ez a dinamika, akár közép-ázsiai [1, 8, 9, 11], akár ausztráliai [2, 7] vagy észak-afrikai [4] adatokkal összehasonlítva, akár a Tiszántúltra vonatkozó hazai megfigyelésekkel [3, 12, 13] összevetve, aránylag kicsi. Igen jelentős azonban a sóforgalomra ható egyes mesterséges tényezők hatásának értékelése szempontjából, hisz elérheti, sőt meg is haladhatja annak értékét. Pl. a 608. szelvény sókészlete 0—200 cm-ig 1962. V. hóban 70,98 t/ha, 1963. V. hóban 60,19 t/ha. Ha történetesen egy meliorációs eljárás sóforgalmi hatásának jellemzésére a fenti két időpontban (mindkettő az év azonos időszaka!) gyűjtött talajminták sótartalmára vonatkozó adatokat akarjuk felhasználni, úgy 10,79 t/ha só kilúgozását (illetve annak elősegítését) fogjuk az eljárás javára írni, holott ez kizárólag a természetes sódinamika következménye. Fokozza a bizonytalanságot, ha egy-egy agrotechnikai vagy talajjavítási módszer sóforgalmi hatását, két egymástól távoli esztendő, vagy két különböző évszak adataival kívánjuk jellemezni, amelyek esetleg nem is az egész talajszelvényre, hanem annak csak 0—50, vagy 0—20 cm-es rétegeire vonatkoznak. Ilyen adatok a kipróbált eljárás, módszer hatására vonatkozóan nem sokat mondanak, s nehezen használhatók fel annak szabatos értékelésére. Véleményünk szerint ilyen hatáselemzésekre éppen a sómérlegek lennének legalkalmasabbak, azonban csak akkor, ha:

- a) a talajfelszíntől — talajvízszintig terjedő talajréteget elemzik, genetikai szintenként,
- b) a sódinamikát hosszabb időn keresztül elemzik, rövidebb időszakonként,
- c) hasonló körülmények között elemzik a „kontroll”-t is.

Ezeknek az irányelveknek megfelelően számítottuk ki a vizsgált 4 talajszelvény szintenkénti sómérlegeit, amelyeket az 1960—1965 közti 5 évre vonatkozóan készítettünk el — rövidebb időszakokra bontva. Az adatok nagy részét igen szemléletes sómérleg-diagramokon is bemutatjuk, amelyek a sómérlegek elemzését, áttekintését nagyban megkönnyítik (5., 6., 7. és 8. ábra).

Az 5. ábrán két nyári-félév (1961. IV—XI., 1962. V.—VIII.) sómérlegeit tüntettük fel. Az 1961. IV—XI. terjedő igen száraz periódusban (csapadékmennyiség a sokéves átlagnak csupán 52%-a) a réti öntéstalajok sókészlete kismértékben csökkent, a szoloncsák-szolonycék sókészlete nőtt. Megfigyelhető, hogy a réti öntéstalajok sókészletének csökkenése elsősorban a talajvízszint



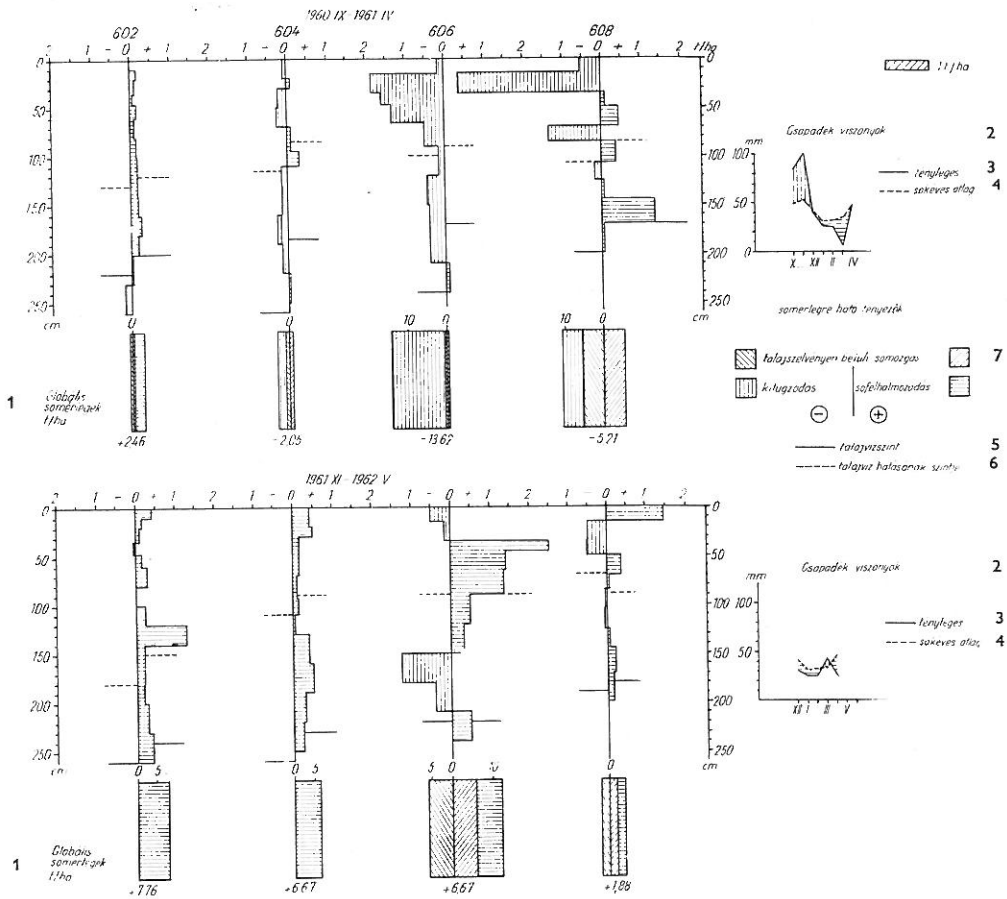
5. ábra

Nyári félévek sómérlegei (1961. IV–XI, 1962. V–VIII)

jelentős süllyedése következtében annak hatása alól felszabaduló talajrétegekben következett be. A szoloncsák-szolonyeceknél a sós (2500 mg/liter) és magasan álló talajvizek az intenzív párolgás következtében sófelhalmozódást eredményeztek, elsősorban a felső beázás és az alulról történő átnedvesedés határfelületén, 15–50 cm mélységben. Ez a sófelhalmozódás különösen a 608. szelvénytől szembe fordított, de jól érthető, ha tudjuk, hogy ennél a szelvénytől korábban a felszínig emelkedett a talajvízszint.

A másik, 1962. V.–VIII-ig terjedő, időszakban a réti öntéstalajoknál, talajszelvényen belüli, enyhe kilúgzódás figyelhető meg. Ez minden bizonnyal a hűvös, elég csapadékos július eredménye, ugyanúgy, mint a szoloncsák-szolonyecek 50 cm alatti rétegeinek sókészletcsökkenése. Ez utóbbiaknál a száraz és meleg augusztusi időjárás hatására a 0–40 cm-es rétegben már megfigyelhető a sófelhalmozódás megindulása.



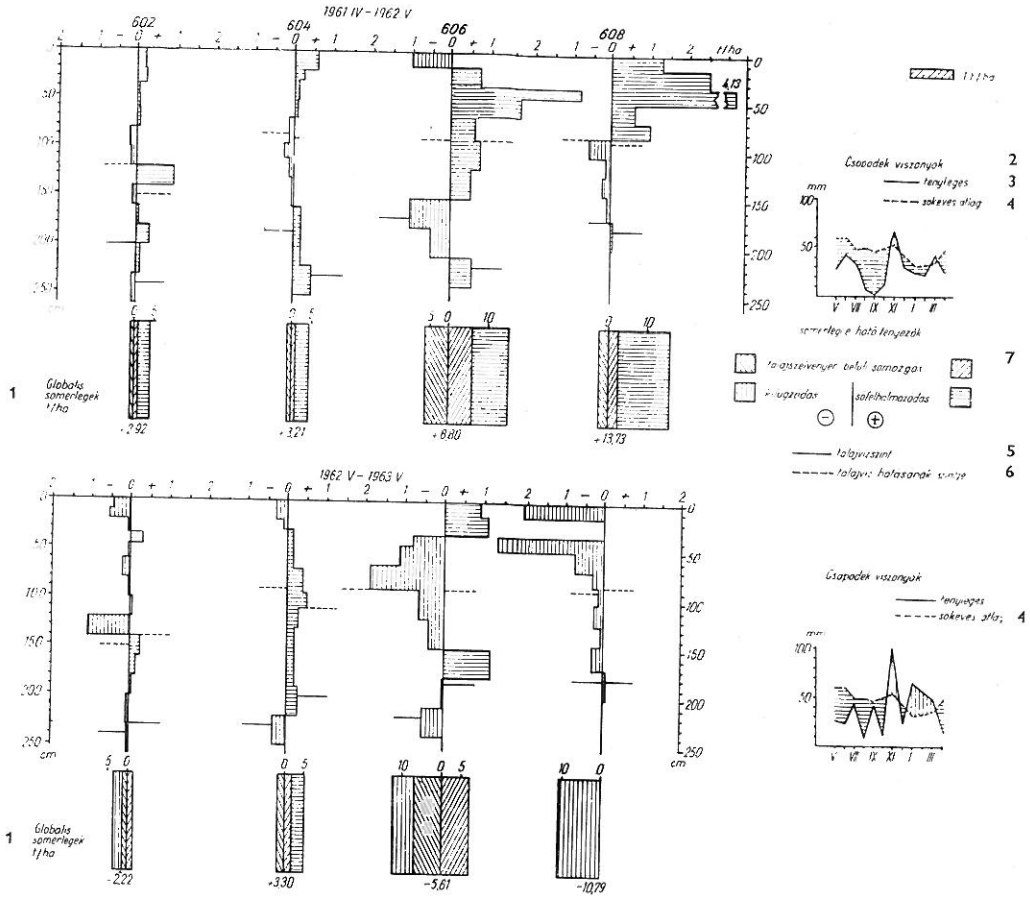


6. ábra

Téli félévek sómérlegei (1961. XI—1962. V. 1962. VIII—1963 V.)

A 6. ábrán két téli félév sómérlegeit mutatjuk be. 1961. XI. — 1962. V-ig mind a 4 szelvényben növekedett a sókészlet. Ez a tény ellentmond annak az általános sémának, amely szerint télen a sók kilúgzódásának, nyáron a sók felhalmozódásának folyamatai dominálnak. Bár a hőmérsékleti és párolgási viszonyok valóban ebbe az irányba hatnak, azonban ez a megállapítás ténylegesen csak azokon a területeken áll, ahol a tél csapadékos, a nyár pedig száraz. Magyarországon és a Duna—Tisza közén ez nem egészen így van, amire legjobb bizonyíték a csapadék évi eloszlásának 50 éves átlag adatsora (6. táblázat). A szóbanforgó tél különösen száraz volt (csapadékmennyiség a sokéves átlag 78%-a). A sófelhalmozódás a réti öntéstalajok egész szelvényében megfigyelhető, a szolonsák-szolonyeceknél a talajvíz hatásának határfelületén jelentkezik.

Érdekes ezzel szemben megfigyelni, hogy az 1962. VIII. — 1963. V., de különösen az 1960. IX. — 1961. IV-ig terjedő téli időszakban a kilúgzási folyamatok domináltak, ami igen jól egybevág a csapadék adatokkal (104, illetve 114%).



7. ábra  
Éves sómérlegek (1961. IV—1962. V., 1962. V—1963 V.)

SZABOLCS és DARAB [12, 13] tiszántúli sóforgalomvizsgálataik alapján — amelyek során a sókészlet és sóösszetétel havi dinamikáját elemezték — megállapították, hogy az évi sódinamika két ellentétes szakasza (téli sókilúgzódás — nyári sófelhalmozódás) általában április, illetve szeptember hónapokban váltja fel egymást. Ennek oka feltehetően az, hogy a párolgás főként áprilistól szeptemberig hat jelentősebb mértékben, s segíti elő a felfelé irányuló nedvesség és sómozgást (6. táblázat). Az általunk vizsgált három téli félév sómérlegeinek összehasonlítása alapján valószínűnek látszik, hogy ez a megállapítás általában a Duna—Tisza közeire is érvényes és az év hasonló időszakaikra számított sómérlegek különbözőségében — a természeti viszonyok előbbiekben kifejtett különbözőségei mellett — ez is szerepet játszott. Erre enged következtetni, hogy az 1960. IX. (kilúgzási periódus még nem kezdődött el) és 1961. IV. (felhalmozódási periódus még nem kezdődött el) közötti időszakra számított sómérlegek többnyire kilúgzást mutatnak, míg az 1961. XI.

(sók egy része már kilúgzódott) és 1962. V. (sófelhalmozódás már megindult) közötti periódus sómérlegei sófelhalmozódást indikálnak.

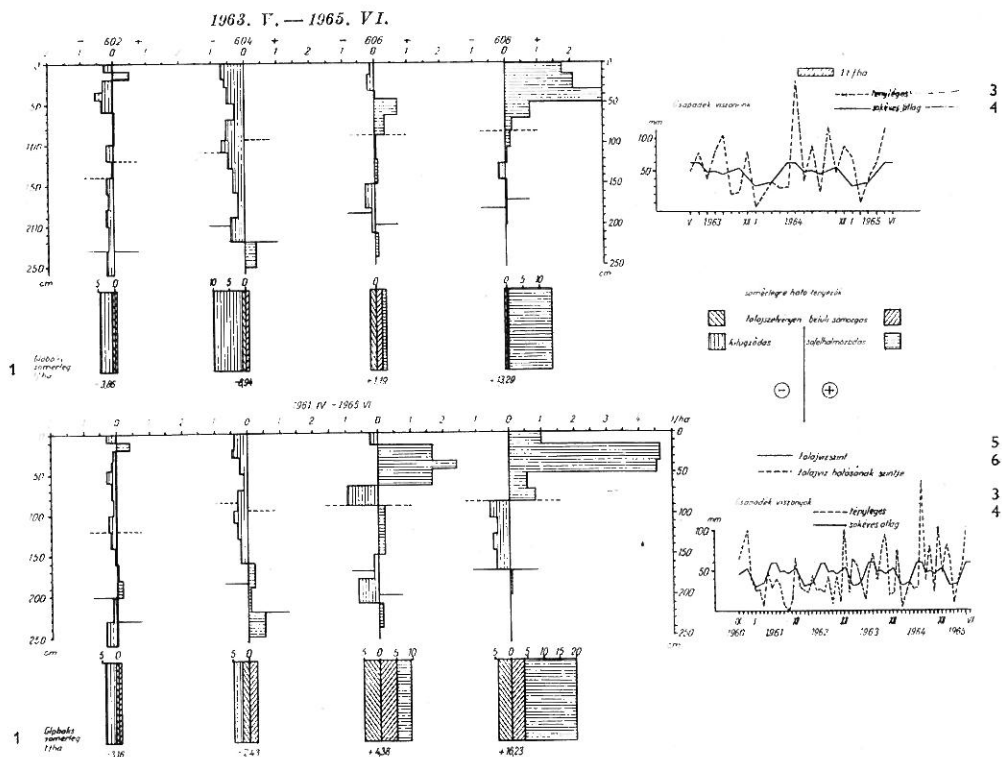
A 7. ábrán két éves (tavasz-tavas) sómérleget tüntettünk fel. Az 1961. IV. — 1962. V-ig terjedő igen száraz évben (61%) nagyon jól szembetűnik a talajvíz igen jelentős sóforgalmi hatása. Bár a száraz periódusnak megfelelően mind a négy szelvény sókészlete nőtt, ez a növekedés a réti öntéstalajoknál (ahol a talajvízszint mélyebben, az ún. „kritikus-mélység” alatt helyezkedett el) jelentéktelen volt, míg a szoloncsák-szolonyecek esetében (ahol a talajvízszint magasan, a „kritikus-mélység” fölött állt) igen tekintélyesnek bizonyult.

Az 1962. V. — 1963. V.-ig terjedő évben a sómérlegek képe szinte teljesen ellentétes — még számszerűleg is. Ennek oka az év második felének igen csapadékos volta.

Különösen jól szembetűnik a 7. ábráról, hogy a sódinamika különösen a szoloncsák-szolonyec talajokban (608 > 606) jelentős, elsősorban a felső beázás és a talajvíz hatásának a határfelületén.

Fentiekhez hasonlóan magyarázhatók az 1960. IX. — 1961. XI., valamint az 1961. XI. — 1962. VIII-ig terjedő évek sómérlegei is. Alakulásukat azonban gyakran csak a részfolyamatok (téli és nyári félévek sómérlegei) magyarázzák.

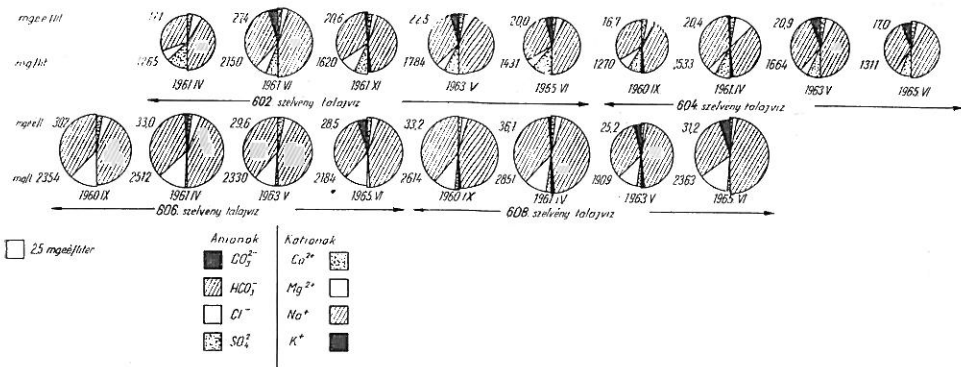
Megvizsgáltuk néhány hosszabb időszak sómérlegeit is és ezek közül mutatunk be kettőt a 8. ábrán. Az 1965. VI. havi mintavétel egy igen erősen



8. ábra

Hosszabb időszakok sómérlegei (1963. V.—1965. VI., 1961. IV.—1965. VI.)

csapadékos évet követően történt. Ennek megfelelően a szakirodalmi adatok és a sóforgalom általános „csapadékos időszak: sók kilúgzódása, száraz időszak: sók felhalmozódása” sémája alapján az 1963. V. — 1965. VI. időszakban a szelvények sókészletének csökkenését, negatív előjelű sómérlegeket vártunk. Ez a réti öntéstalajok esetében igazolódott is, azonban a szoloncsák-szolonyecek (különösen a 608. szelvény) teljesen ellentétes képet mutattak. Megállapítottuk, hogy a látszólagos ellentmondásnak az az oka, hogy itt a csapadékvíz közvetlen sóforgalmi hatását (sók kilúgzása) felülmúlta annak közvetett (sós talajvíz szintjének megemelésén keresztül érvényesülő) hatása. Természetesen



9. ábra  
Kunszentmiklósi talajvízek összetétele

a talajvízszint megemelkedésében elsősorban nem a helyben lehullott és a talajszelvényen átszivárgó csapadékvíznek van szerepe. Hisz ez egyrészt kis mennyiségű ahhoz, hogy jelentős talajvízszintemelkedést eredményezzen, nem is beszélve arról, hogy a csapadékvíz átszivárgása a szoloncsák-szolonyecek B-szintjén keresztül szinte egyáltalán nem jöhet létre. Annál nagyobb szerepe van a talajvízszint megemelkedésében a környezet könnyű mechanikai összetételű, igen jó vízvezető- és gyenge víztartóképes talajaira hulló csapadékvíznek és a mélyebb térszíni részek felé irányuló talajvízáramlásnak. Erre utal az a megfigyelés is, hogy míg a magasabban fekvő réti öntéstalajok talajvízszintje az 1964 őszi és 1965 tavaszi csapadékos időszakban nem emelkedett, addig a mélyfekvésű 608. szelvényben (különösen koratavasszal) megközelítette a talajfelszínt. Hasonló hatása lehet a nagyadagú öntözéseknek (pl. a rizstermesztésnek) is, amely egyes esetekben még jóminőségű öntözővizek felhasználása esetén is sófelhalmozódási folyamatokat eredményezhet az öntözött területeken, méginkább azonban azok környékén (ahol a víz kilúgzó hatása nem érvényesül), mélyebb fekvésű részeken, azzal, hogy a sós talajvíz szintjét felszínközlebe emeli.

Az 1961. IV. — 1965. VI.-ig terjedő 4-éves sómérleg hasonló képet mutat az előbbi 2-éves sómérleghez és elsősorban annak hatását viseli magán. De nem mutat jellemző képet a többi, hosszabb időszakokra számított sómérleg sem, ami előző metodikai fejtegetéseinket igazolja.

Az egyes időszakok sómérlegeinek elemzése alapján megállapítható:

1. A vizsgált talajok sómérlegének alakulása természetes (öntözés nélküli) viszonyok között két tényezőtől függ:

- a) csapadék- és párolgásviszonyoktól
- b) talajvízviszonyoktól.

2. Ha a talajvízszint mélyen helyezkedik el, úgy elsősorban a csapadékviszonyok hatása érvényesül, tehát csapadékos időszakban a sók kilúgzódásának, száraz periódusban a sók felhalmozódásának folyamatai lépnek előtérbe.

3. Adott csapadékviszonyok mellett a sómérleg elsősorban a talajvízviszonyoktól függ — ami viszont gyakran a talajok térszíni elhelyezkedésének a függvénye. Minél mélyebben van a talajvíz szintje, annál inkább vannak meg a kilúgzás lehetőségei (ha egyébként a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai, a talajszelvény drénviszonyai ezt nem teszik lehetetlenné), tehát a sómérleg annál inkább tolódik el a negatív jelleg irányában. A magas talajvízszint ezzel szemben a sófelhalmozódási folyamatoknak kedvez. Áll ez annál is inkább, mivel a talajvízszint emelkedésével a talajvízből történő párolgás lehetősége rohamosan nő, s ez a sófelhalmozódás irányában hat.

A különböző Duna—Tisza közi talajtípusok sómérlege ennek megfelelően azonos csapadékviszonyok mellett is eltérő lehet, sőt a csapadékviszonyok előbb említett hatása is módosulhat a talajvízszint mélységétől függően. Azokon a területeken ugyanis, ahol a talajvízszint nem mélyen helyezkedik el a felszín alatt és sótartalma nagy (pl. a Duna—Tisza közének igen jelentős területein), a nedves periódusokban — a sok csapadék hatására — felszínközeli emelkedő sós talajvíz nemcsak ellensúlyozza a csapadékvíz kilúgzó hatását, hanem (épp az intenzívebb párolgatatás következtében) esetenként felül is múlhatja azt és a sómérlegeket a sók felhalmozódásának irányában tolhatja el. Hasonló hatása lehet ezeken a területeken az öntözésnek is.

Fenti összefüggések ismerete alapján, a sómérlegre ható tényezők adatainak birtokában összeállíthatók olyan sómérlegek, amelyek előrejelzik egy talaj, vagy terület sóforgalmának, szikesedési, vagy sziktelenedési folyamatainak várható jövőbeni alakulását. Tekintettel arra, hogy a meteorológiai és talajvízháztartási előrejelzés adatai többnyire hozzáférhetőek (bár biztonságuk természetesen nem túlságosan nagy), ezek az „előrejelző-sómérlegek” elkészíthetőek és igen nagy gyakorlati jelentőséggel bírnak, elsősorban a szikesedési folyamatok megelőzése, a szikesedés terjedésének és fokozódásának megakadályozása szempontjából.

A sómérlegek gyakorlati jelentőségét bizonyítja az a néhány gyakorlati következtetés, amely bemutatott sómérlegeink alapján vonható le:

I. A szikjavítástól és egyéb meliorációs vagy agrotechnikai beavatkozásoktól ezen a területen csak abban az esetben remélhetünk átütő és tartós sikert, ha a stabil sómérleg egyensúlyát vízrendezéssel, a talajvízszint szabályozásával, ingadozásának csökkentésével és szintjének süllyesztésével a kilúgzás irányában eltoljuk és ezt a talajszelvény drénviszonyainak javításával (kémiai talajjavítás, altalajlazítás, mélyen gyökerező kultúrák termesztése stb.) és öntözéssel még fokozottabban elősegítjük.

II. A talajvízviszonyok rendezése, s a talajszelvény drénviszonyainak javítása nélkül, e g y m a g á b a n az öntözéstől — még jóminőségű öntözővíz és nagy vízadagok alkalmazása esetén sem várható a talajszelvény sókészletének tartós, jelentős csökkentése, hisz a sók kilúgzódását az ingadozó szintű, felszínközeli, sós talajvíz, vagy a vízátneresztő B-szint megakadályozza.

Sőt az öntözés egyes esetekben éppen ellentétes hatást fejthet ki: a sós talajvíz szintjének megemelése kereshetül sófelhalmozódáshoz vezethet.

III. A talajvíz „kritikus mélysége” a vizsgált területen — elsősorban a talajok mechanikai összetételétől függően — 2 méter körül mozog. Nehezebb mechanikai összetétel esetében valamivel nagyobb, könnyebb mechanikai összetétel esetében, valamivel kisebb. Ez tehát az a mélység, amelyet a talajvízszint szabályozásakor általában alapul lehet venni.

IV. Megállapítható tehát, hogy a Duna—Tisza közti szoloncsák-szolonyecék megjavításának szükséges lépései sorrendileg a következők:

1. Sófelhalmozódás megakadályozása: vízrendezés, talajvízszint szabályozása.

2. Sók kilúgzási lehetőségeinek biztosítása: a talajszelvény drénviszonyainak megjavítása:

- a) kémiai talajjavítás
- b) mészkumulációs szint és B-szint mechanikai fellazítása
- c) jó, természetes drénviszonyokat biztosító növények termesztése (mélyreható, dús gyökérzet).

3. Sók kilúgzásának elősegítése: öntözés.

V. Igaz ugyan, hogy a jelenlegi természeti feltételek mellett a szóbanforgó területen nem kell a szikesedés terjedésével és elmélyülésével számolni, azonban az egyensúlyban levő sómérleget bármilyen, a sókészlet növelésé irányában ható tényező (pl. helytelen talajművelés, sós öntözővíz, egyenetlen vízelosztás, stb.) pozitív irányba lendítheti, ami káros sófelhalmozódási, szikesedési folyamatokhoz, illetve a talajtermékenység jelentős csökkenéséhez vezet. Ezért az agrotechnikai műveletek, de különösen az öntözés végrehajtásánál fokozott körültekintéssel kell eljárni, s kívánatos azok sómérlegekre gyakorolt hatását külön is elemezni [14].

### Összefoglalás

A sómérlegek számszerűleg foglalják össze a sóforgalom tényezőit és szemléletesen jelzik a talajban lejátszódó sóforgalmi folyamatokat. Döntő jelentőségük azonban abban van, hogy feltárják a sókészlet növelése, illetve a sókészlet csökkentése irányában ható tényezőket és mennyiségileg jellemzik azokat. Ezáltal lehetővé teszik a sókészletet növelő folyamatok megelőzését, megakadályozását, megszüntetését, vagy mérséklését, illetve a sókészletet csökkentő folyamatok elősegítését, biztosítását, vagy gyorsítását. Lehetővé teszik ezen eljárások hatásának bizonyos előrejelzését, a bevezetett módszerek hatásának értékelését, eredményességének elbírálását.

1. Sómérleg-vizsgálatainkat a Duna—Tisza közének északi részén, a Kiskunságban végeztük, a táj két jellegzetes talajtípusán: réti öntéstalajokon és szoloncsák-szolonyecéken, természetes (öntözés nélküli) viszonyok közt, 1960—1965-ig terjedő időszakban.

2. A vizsgált talajok sóforgalmát (sótartalom, sóprofil és sóösszetétel dinamikáját) téli és nyári félévek, tavasztól tavaszig és ősztől-őszig terjedő éves periódusok, valamint hosszabb időszakok (2—4 év) sómérlegeinek elkészítésével követtük nyomon. Ezekre az időszakokra vonatkozóan elkészítettük a talajok globális (a talaj talajvízszintig terjedő rétegvastagságára vonatkozó) és szintenkénti sómérlegeit egyaránt.

3. Megállapítottuk, hogy a vizsgált talajok globális és szintenkénti sómérége hosszabb időszak vonatkozásában egyaránt stabil, egyensúlyban van. A sókészlet több éves viszonylatban nem változik jelentősebben, a sóforgalom periodikus változásai többnyire kiegyenlítődnek. Ezek a periodikus változások azonban — különösen a szoloncsák-szolonyeceknél, elsősorban azok B-szintjében — igen jelentősek. A sók összetételében bekövetkezett változások jelentéktelenek.

4. Elemeztük a sóforgalomra ható tényezőket és az azok hatását befolyásoló talajtulajdonságokat. Megállapítottuk, hogy az adott természeti feltételek közt elsősorban két tényező hat a talajok sómérégeire:

- a) csapadék- és párolgásviszonyok
- b) talajvízviszonyok.

Ha a talajvízszint mélyen helyezkedik el és a talaj drénviszonyai megfelelőek, a csapadék kilúgzó hatása érvényesül. Magas talajvízszint esetén a sófelhalmozódási folyamatok lépnek előtérbe. Mélyebb fekvésű területeken a sós talajvíz szintjének megemelkedése csapadékos időszakban is sófelhalmozódást eredményezhet.

5. Kidolgoztuk és összefoglaltuk a szabatos sómérlegek elkészítésének metodikai feltételeit és követelményeit.

6. Sómérlegeink alapján néhány fontos gyakorlati következtetést vontunk le a szóbanforgó talajok mezőgazdasági hasznosítását és javítását illetően.

### Irodalom

- [1] BAZILEVICS, N. I.: Geohimija pocsv szodovogo zaszenyija. Izd. A. N. SSSR. Moszkva. 1965.
- [2] DOWNES, R. G.: Soil salinity in non irrigated arable and pastoral land as the result of unbalance of the hydrologic cycle. Salinity Problems in the Arid Zones Symp. Teheran. UNESCO 105—110. 1961.
- [3] DARAB, K.: Hazai öntözött talajaink sómérége és sóforgalma. Agrokémia és Talajtan, 10. 305—314. 1961.
- [4] DURAND, J. H.: L'évolution des sols sous l'influence de l'irrigation. Travaux des Sections Pedologie Bull. No. 6. 1960.
- [5] HARMATI, I.: Öntözés hatása a talajra a Duna—Tisza közén. Időszerű Öntözési Kutatások — 1959. 39—42. 1960., 1960. 47—49. 1961., 1961. 35—38. 1962., 1962. 65—66. 1963.
- [6] HERKE, S.: A belvízrendezés szerepe a szikesek sajátosságainak változásában a Duna—Tisza közén. Hidr. Közlem. 44. 14—20. 1964.
- [7] JACKSON, E. A., BLACKBURN, G. & CLARKE, A. R. P.: Seasonal changes in soil salinity at Tintinara, South Australia. Austr. J. Agric. Res. 7. 20—44. 1956.
- [8] KOVDA, V. A.: Szolevoj rezsím v orosaemüh pocsvah Golodnoj Sztjepi. Pocsvo-vegyenyije (7) 62—79. 1939.
- [9] KOVDA, V. A.: Proiszhozgyenyije i rezsím zaszenennüh pocsv. I.—II. Izd. A. N. SSSR. Moszkva, 1946.
- [10] MAIANU, A.: Salinizarea secundara a solului. Ed. Acad. Rep. Pop. Romine. Bukarest, 1964.
- [11] RABOCSEV, I. S.: Salt regime regulation in soils and grounds. Trans. VIII-th. Congr. Int. Soil. Sci. Comm. VI. 1965.
- [12] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Oldható sók dinamikája öntözött talajokon. Agrokémia és Talajtan. 4. 251—263. 1955.
- [13] SZABOLCS, I.: Öntözések és vízrendezések hatása a Tiszántúl talajképződési folyamataira. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1961.

- [14] VÁRALLYAY, GY.: Duna—Tisza közti talajok sómérlegei II. Sómérlegek öntözött viszonyok között. *Agrokémia és Talajtan. Közlés alatt.*
- [15] YAALON, D. H.: Airborne salts as an active agent in pedogenic processes. *Trans. VIII-th, Int. Congr. Soil. Sci. Bucharest. Comm. V. 1965.*

*Érkezett: 1966. május 7.*

## Salt Balances of Soils in the Region Between the Danube and the Tisza

### I. Salt Balances Under Natural (Non-irrigated) Conditions

GY. VÁRALLYAY

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

#### Summary

Salt balances numerically summarize the factors of salt regime (dynamics of salt content, salt profile and salt composition) and illustratively indicate the dynamics of salts in the soil. Their decisive importance, however, is that they reveal the factors acting in the direction of the increase and the decrease of the salt content and quantitatively characterize them. Thus they make it possible to prevent, stop or moderate processes increasing the salt reserve and to promote, ensure or accelerate processes reducing it. The salt balances indicate both the problems and the possibilities of the improvement and the utilization of salt affected soils as well as the methods to be employed in order to prevent the further spreading of salinization and alkalization. They also make it possible to predict — to a certain degree — the prospective effect of the various methods and to evaluate their effectiveness.

1. Salt balance examinations were conducted in the northern part of the region between the Danube and the Tisza, on two characteristic soil types of the territory, meadow alluvial soils and solonchak-solonetz soils, under natural conditions (without irrigation) in the period from 1960 to 1965.

2. We traced the salt regime of the examined soils (dynamics of salt content, salt profile and salt composition) by establishing the salt balances for winter and summer semesters, annual periods from spring to spring and from autumn to autumn and for longer periods (2—4 years). For these periods we calculated both the global salt balances (for the profile between the soil surface and the water table) and the salt balances for each soil horizon. The established salt balances were also condensed in the form of illustrative diagrams.

3. It was found that both the global and the per horizon salt balances of the examined soils are in equilibrium when related to longer periods, and the salt reserve does not change substantially because the periodical changes of the salt regime compensate each other in most cases. These periodical changes, however, are quite remarkable in solonchak-solonetz soils, particularly in their B-horizon.

The changes that occur in the composition of the salts are insignificant.

4. The factors affecting the salt regime and the soil properties influencing their action were analysed. It has been established that under the given natural conditions first of all the following two factors influence the salt balances of the soils:

- a) Precipitation and evaporation conditions.
- b) Ground water conditions.

If the water table is at a considerable depth then the effect of the rainfall conditions plays a dominant role: in wet periods, processes resulting in the leaching of salts, while in dry periods, those causing salt accumulation are the most intense. Under the given rainfall conditions the salt balance depends mainly on the ground water conditions. The deeper the water table, the more favourable the conditions are for leaching, provided that it is not hindered by adverse physical conditions of the soil and poor drainage. On the other hand, if the water table is near the surface, then the salt accumulation processes prevail, since with the rise of the water table the possibility of evaporation from the ground water rapidly increases and it acts in the direction of salt accumulation.



In low-lying areas the saline ground water rising near the surface in the wet period, as a result of much precipitation, not only counterbalances the leaching effect of rainfalls but in some cases, just because of the more intense evaporation, it shifts the salt balance in the direction of salt accumulation. Irrigations may have a similar effect.

5. The effect of factors influencing the salt regime is modified by the mechanical composition of the soil, by the appearance of lime accumulation horizon in the soil profile and mainly by the unfavourable drainage conditions of the B-horizon of solonchak-solonetz soils.

6. According to our examinations, salt balances supply a characteristic picture of the salt dynamics in the soil or of the effect of methods aiming at the alteration of the salt regime only if

a) the soil profile's every genetical horizon, between the surface and the water table, is analysed,

b) the salt dynamics are analysed for a longer time, per shorter periods,

c) the "control" is also analysed under similar conditions.

7. On the basis of the prepared salt balances, some important, practical conclusions have been drawn concerning the amelioration and agricultural utilization of these soils.

a) The various amelioration methods and agrotechnical measures aiming at the improvement of salt affected soils are successful only if the equilibrium of the stable salt balance is shifted in the direction of leaching with water regulation and with the lowering and the control (diminishing its fluctuation) of the water table. Leaching should also be promoted by the improvement of the drainage conditions (chemical soil amelioration subsoil loosening, cultivation of plants assuring good natural drainage, etc.) and by irrigation.

b) Without the regulation of the ground water conditions (task 1) and the improvement of the drainage conditions (task 2) from irrigation (task 3) alone, even if the irrigation water is of good quality and large quantities of it are applied, no lasting and significant reduction of the soil's salt reserve may be expected, since the leaching of the salts is hindered by the fluctuating water table of the saline ground water near the surface or by the impermeable B-horizon. In some cases irrigation may have an opposite indirect effect, because due to the rise of the water table, salt accumulation may take place.

*Table 1.* The circumstances of the examination in Kunsztmiklós. (1) No. of profile. (2) Soil type. (3) Height above the sea level m. (4) Mode of agricultural utilization. a) date of samplings.

*Table 2.* Composition of the exchangeable cations of the soils examined. (1) No. of profile. (2) Sampling depth cm.

*Table 3.* General soil examination data of soil profiles. (1) No. of profile. (2) Soil type. (3) Mark of genetical horizon and cm. (4) Sampling depth cm. (5) Humus %.

*Table 4.* Mechanical composition of the soils examined (1) No. of profile and sampling depth cm (2). Hygroscopic water %. (3) Loss in HCl processing %. (4) Mechanical fraction in %; (calculated for carbonatefree material) particle size in mm. (5) Physical sand; physical clay.

*Table 5.* Salt stock of the soils examined per periods (ton/ha).

*Table 6.* Precipitation conditions of the area examined. (1). Period. (2) Total annual. (3) Monthly average. a) Precipitation conditions of periods between samplings. b) Evaporation data of the area examined (monthly values of the territorial evaporation, mm).

*Table 7.* Ground water conditions of the area examined (1) No. and period of sampling. a) Ground water depth, cm. b) Action of ground water, cm.

*Fig. 1.* Salt profiles of the profiles 602 and 604. (Determined in a 1:5 aqueous extract; expressed in meq./100 g soil.)

*Fig. 2.* Salt profiles of the profile 606. (Determined in a 1:5 aqueous extract; expressed in meq./100 g soil.)

*Fig. 3.* Salt profiles of profile 608. (Determined in a 1:5 aqueous extract; expressed in meq./100 g soil.)

*Fig. 4.* Moisture exchange of the soils examined. 1. moisture content % 2. ground water

*Fig. 5.* Salt balances of summer semesters. 1. Global salt balance 2. Precipitation conditions 3. Actual amount of precipitation 4. Many year average of precipitation 5. Ground water table 6. Level of the action of ground water 7. Salt movement within the soil profile 8. Leaching 9. Salt accumulation

*Fig. 6.* Salt balances of winter semesters (Legends see Fig. 5.)

*Fig. 7.* Annual salt balances (Legends see Fig. 5.)

*Fig. 8.* Salt balances of longer periods (Legends see Fig. 5.)

*Fig. 9.* Composition of the ground waters in Kunszentmiklós

1. Total salt content 2. Profile 602 ground water 3. Profile 604 ground water 4. Profile 606 ground water 5. Profile 608 ground water 6. Surface water from the environment of profile 606.

## Balance des sels dans les sols situés entre le Danube et la Tisza

### I. Balance des sels dans des conditions naturelles (non irrigué)

GY. VÁRALLYAY

Institut de Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

#### Résumé

Les balances de sels résument numériquement les facteurs de la circulation des sels (teneur, profil, composition des sels) et indiquent clairement les processus de la circulation des sels dans le sol. Leur importance réside surtout en ce qu'elles nous renseignent sur les facteurs conditionnant l'augmentation et la diminution de la teneur en sels et les caractérisent numériquement. Ainsi elles rendent possible de prévenir ou de tempérer les processus qui enrichissent en sels les sols, et resp., l'assurer ou accélérer les processus faisant diminuer la teneur en sels. Elles nous éclairent sur les problèmes à résoudre des procédés de l'amélioration et de l'utilisation des sols à alcali. Elles nous offrent, en un certain degré, de prévoir l'effet probable de ces procédés et d'évaluer l'effet des procédés en cours d'emploi.

1. Nous avons effectué nos recherches sur les balances de sels dans la partie nord du pays situé entre le Danube et la Tisza, sur deux types de sols caractéristiques de la contrée, notamment sur des sols alluviaux de prairie et des sols solontchak-solonetz, dans des conditions naturelles (sans irrigation), dans la période de 1960 à 1965.

2. Nous avons poursuivi la circulation des sels (teneur, profil et dynamique de la composition des sels) par l'établissement de balances de sels de semestres d'hiver et d'été, de périodes de printemps au printemps, d'automne à automne, et aussi des périodes plus longues (2 à 4 années). Pour ces périodes nous avons établi des balances de sels globales (s'étendant jusqu'au niveau de la nappe phréatique), demême que des balances de sels par horizons. Nous avons aussi réuni les balances de sels en diagrammes.

3. Nous avons établi que considéré pendant une période assez longue les balances de sels globales et celles des divers horizons restent en équilibre, elles sont stables. La teneur en sels ne change pas considérablement pendant des périodes de plusieurs années, les changements périodiques de la circulation des sels s'égalisent pour la plupart. Mais les changements périodiques sont plutôt importants dans les sols solontchak-solonetz, surtout dans leur horizon B.

Les changements de la composition des sels sont plutôt insignifiants.

4. Nous avons étudié les facteurs influençant la circulation des sels et les conditions ayant un effet sur eux. Nous avons établi que dans les circonstances données se sont principalement deux facteurs dont dépend la balance des sels du sol:

- a) les précipitations et les conditions de l'évaporation,
- b) les conditions de l'eau souterraine.

Si le niveau de la nappe phréatique est située profondément c'est l'effet des précipitations qui a un rôle prépondérant: dans une période à précipitations abondantes c'est l'évaluation des sels, dans une période sèche leur accumulation qui entre en jeu.

Pour des conditions de précipitations données la balance des sels dépend en premier lieu des conditions du sol. Plus le niveau de la nappe phréatique est profond, plus la possibilité de l'éluviation se présente (pourvu que les conditions réglant le régime des eaux des sols, le drainage, ne la rendent impossible). Une nappe phréatique située en haut favorise par contre les processus d'accumulation des sels. Notamment, avec la montée de la nappe phréatique la possibilité de l'évaporation augmente considérablement et favorise l'accumulation de sels.

Dans les terrains bas, pendant la saison à précipitations, la montée de la nappe phréatique saline non seulement contrebalance l'effet des précipitations, mais peut aussi

la surpasser, justement à cause de l'évaporation plus intensive et déplace la teneur en sels dans la direction de l'accumulation. Les irrigations peuvent avoir les mêmes effets.

5. L'effet des facteurs conditionnant la circulation des sels peut être modifié par la composition granulométrique du sol, par la présence d'accumulation de carbonate de calcium dans le profil et surtout par l'effet défavorable produit sur les conditions du drainage par suite de l'horizon B des sols solontchak-solonetz.

6. Selon nos recherches les balances de sels ne peuvent donner un image caractéristique de la circulation des sels se produisant dans le sol, ou de l'effet sur la circulation d'une intervention artificielle, que

a) si elles se rapportent à la couche entière de sol s'étendant jusqu'au niveau O de la nappe phréatique, et cela par horizons génétiques,

b) si elles donnent l'analyse de la dynamique des sels pendant une période suffisamment longue, dans des intervalles plutôt courts,

c) et si elles analysent aussi «des contrôles» dans des conditions identiques.

7. Nos balances de sels nous ont permis d'en tirer quelques conclusions utiles concernant l'emploi agricole et l'amendement des sols en question:

a) Nous ne pouvons attendre un succès permanent de l'amélioration des sols à alcali et des autres interventions agrotechniques que si nous déplaçons l'équilibre de la balance des sels stables dans la direction de l'éluviation par la régularisation du niveau de la nappe phréatique, la diminution de ses oscillations et l'abaissement de son niveau, appuyé par l'amélioration des conditions du drainage du profil du sol (amendements chimiques, ameublissement du sous-sol, cultivation de plantes assurant un bon drainage naturel, etc.) et par l'irrigation.

b) Sans la régularisation des conditions de la nappe phréatique (tâche numéro 1) et l'amélioration des conditions du drainage du sol (tâche numéro 2) l'on ne peut attendre de l'irrigation seule (tâche numéro 3) un abaissement persistant et considérable de la teneur en sels du sol, même par l'emploi de grandes quantités d'eau convenable, puisqu'une nappe phréatique proche de la surface, à niveau oscillant, ou un horizon B impénétrable entravent l'éluviation des sels. Et même, l'irrigation peut avoir, dans certains cas, un effet contraire et peut amener une accumulation des sels par la suite de la montée du niveau de la nappe phréatique.

*Tableau 1.* Circonstances du milieu à Kunszentmiklós. (1) Numéro du profil. (2) Type du sol. (3) Hauteur audessus de la mer, m. (4) Mode d'utilisation agricole du terrain. a) Date de la prise d'échantillon.

*Tableau 2.* Composition des cations échangeables des sols examinés. (1) Numéro du profil. (2) Profondeur de la prise d'échantillon, cm.

*Tableau 3.* Caractéristiques générales des profils de sols. (1) Numéro du profil. (2) Type du sol. (3) Horizon génétique, signe et épaisseur. (4) Profondeur de la prise d'échantillon. (5) Humus %.

*Tableau 4.* Composition granulométrique des sols étudiés. (1) Numéro du profil et profondeur de la prise d'échantillon, cm. (2) Humidité hygroscopique. (3) Soluble dans de l'acide hydrochlorique, %. (4) Fraction granulométrique calculée en mm% de l'argile exempte de carbonate de calcium. (5) Sable physiques, argile physiques.

*Tableau 5.* Teneur saisonnière en sels des sols (tonnes/ha).

*Tableau 6.* Précipitations dans le terrain étudié. (1) Saison. (2) Annuelles. (3) Mensuelles, moyennes. a) Précipitations survenues dans les périodes entre les prises d'échantillons. b) Évaporation dans le terrain étudié (valeurs mensuelles, mm).

*Tableau 7.* Conditions de la nappe phréatique du terrain étudié. (1) Numéro et date de la prise d'échantillon. a) Profondeur du niveau de la nappe phréatique, cm. b) Effet de l'eau phréatique.

*Fig. 1.* Profils des sels des coupes 602 et 604 (établis dans des extraits aqueux 1:5, exprimés en mg équ./100 g de sol).

*Fig. 2.* Profils des sels de la coupe 606 (établis dans des extraits aqueux 1:5, exprimés en mg. équ./100 g de sol).

*Fig. 3.* Profils des sels de la coupe 608 (établis dans des extraits aqueux 1:5, exprimés en mg équ./100 de sol).

*Fig. 4.* Régime hydrique des sols examinés: 1. teneur en eau %, 2. nappe phréatique.

*Fig. 5.* Balances des sels des semestres d'été: 1. balances des sels globales, 2. précipitations, 3. précipitations actuelles, 4. moyenne bisannuelle des précipitations, 5. niveau de la nappe phréatique, 6. limite de l'effet de la nappe phréatique, 7. circulation des sels dans le profil du sol, 8. éluviation, 9. accumulation de sels.

*Fig. 6.* Balances des sels des semestres d'hiver. Explications et chiffres comme pour la fig. 5.

*Fig. 7.* Balances de sels annuelles. Explications et chiffres comme pour la fig. 5.

*Fig. 8.* Balances de sels de périodes prolongées. Explications et chiffres comme pour la fig. 5.

*Fig. 9.* Composition des eaux phréatiques de Kunszentmiklós 1. Salinité totale, 2. eau phréatique du profil 602, 3. eau phréatique du profil 604, 4. eau phréatique du profil 606, 5. eau phréatique du profil 608, 6. eau de superficie des environs du profil 606.

## Солевой баланс почв междуречья Дуная и Тиссы

### I. Солевой баланс почв в природных условиях (без орошения)

ДЬ. ВАРАЛЛЯИ

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

#### Резюме

Солевой баланс почв в количественном отношении обобщает условия передвижения солей (содержание солей, солевой профиль и состав солей) и наглядно отражает процессы, связанные с передвижением солей в почве. Но главное значение его в том, что он раскрывает факторы действующие на увеличение или снижение запаса солей и выражает их количественно. Этим самым дает возможность для предупреждения или предотвращения процессов, увеличивающих запасы солей, содействует, обеспечивает или ускоряет процессы снижающие запасы солей. Определяет методы мелиорации и освоения засоленных почв и возможности их осуществления, а также методы направленные на предотвращение появления засоления, распространения и увеличение этого процесса. Делает возможным определить заранее ожидаемое влияние применяемых методов, оценить и обсудить полученные результаты.

1. Изучение солевого баланса проводили в северной части междуречья Дуная и Тиссы, на двух характерных для этого района почвенных типах: луговой аллювиальной почве и солончаке-солонце, в природных условиях (без орошения), в период с 1960 по 1965 г.

2. Движение солей в изучаемых почвах (содержание солей, солевой профиль и состав солей) выражали солевым балансом за зимние и летние полугодия, в периоды от весны до весны и от осени до осени и для более длительных периодов (2—4 года). Для этих периодов составлялся общий (слой до зеркала грунтовых вод) и послойный солевой баланс почв. Составленный солевой баланс представили в виде наглядных диаграмм.

3. Определили, что общий и послойный баланс солей, относящийся к длительному периоду времени, мало изменяется, является стабильным. Состав солей за многолетний период наблюдений значительно не изменяется, выравниваясь периодически изменением движения солей по годам. Эти периодические изменения особенно сильно проявляются у солончака-солонца, в первую очередь, в горизонте «В».

Изменение в составе солей незначительно.

4. Установили факторы, влияющие на движение солей и влияние последних на свойства почвы. Определили, что в данных условиях, в первую очередь, два фактора оказывают значительное влияние на солевой баланс почвы, а именно:

- а) Условия выпадения осадков и испарение,
- в) Условия грунтовых вод.

Если уровень грунтовых вод залегает глубоко, то, в первую очередь, действительно влияние выпадающих осадков: в дождливый период имеет место вымывание солей, в сухой период их накопление. Наряду с данными условиями выдаления осадков солевой баланс залегающим создаются благоприятные условия для выщелачивания солей (в том случае, если другие воднохозяйственные свойства, дренажные условия не препятствуют этому). Высокий уровень грунтовых вод напротив благоприятствует накоплению солей. С понижением уровня грунтовых вод возможность испарения сильно увеличивается, что сказывается на накоплении солей.

На пониженных территориях в дождливый период — именно вследствие большого количества осадков — поднимающиеся к поверхности засоленные грунтовые воды не только компенсируют выщелачивающее влияние атмосферных осадков, но именно в виду

более интенсивного испарения, в отдельных случаях сдвигают солевой баланс в сторону накопления солей. Подобное явление может наблюдаться и при орошении.

5. Механический состав почвы изменяет влияние факторов действующих на передвижение солей, отрицательное влияние оказывают находящиеся в почве горизонты аккумуляции извести и главным образом неблагоприятные дренажные условия горизонта «В» солончака-солонца.

6. По данным исследований, солевой баланс только тогда отражает действительную картину процессов передвижения солей в почве или влияния передвижения солей, вызванное одним из искусственных вмешательств, если:

а) анализирует слой почвы, доходящий до зеркала грунтовых вод, по отдельным генетическим горизонтам,  
в) изучает динамику солей за длительный период времени, по отдельным временам года,

с) изучает контроль в тех же условиях.

7. На основании изучения солевого баланса сделали практические заключения для сельскохозяйственного освоения и мелиорации вышеуказанных почв, а именно:

а. Успешные и длительные результаты от мелиорации засоленных почв и от других мелиоративных и агротехнических приемов можно получить только в том случае, если равновесие стабильного солевого баланса улучшением вод, упорядочением уровня грунтовых вод — снижением амплитуды колебания уровня грунтовых вод — сдвигаем в сторону выщелачивания и путем улучшения дренажных условий (химическая мелиорация, подпочвенное рыхление, выращивание растений, обеспечивающих естественный дренаж почвы и т. д.) и орошением еще больше содействуем развитию этого процесса.

в. Без урегулирования водных условий (1 задача), без улучшения дренажных условий (2 задача), орошение, (3 задача) само по себе, даже при благоприятном составе оросительных вод и высоких норм полива, не снижает содержание солей, так как изменяющийся уровень грунтовых вод, поднимающаяся почти до поверхности засоленная грунтовая вода или водонепроницаемый горизонт «В» препятствуют выщелачиванию солей. Мало того, в отдельных случаях при орошении наблюдается противоположное влияние — поднятие уровня грунтовых вод приводит к накоплению солей.

*Табл. 1.* Условия при исследованиях в Кунсентмиклош. (1) Номер разреза. (2) Тип почвы. (3) Высота над уровнем моря, в м. (4) Способы сельскохозяйственного использования. а) время взятия образцов.

*Табл. 2.* Содержание обменных катионов. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см.

*Табл. 3.* Данные почвенных исследований. (1) Номер разреза. (2) Тип почвы. (3) Генетические горизонты, их обозначение и глубина в см. (4) Глубина взятия образцов в см. (5) Гумус в %.

*Табл. 4.* Данные механического состава исследуемых почв. (1) Номер разреза и глубина взятия образцов в см. (2) Гигроскопическая влажность в %. (3) Потеря при обработке HCl, в %. (4) Механические фракции в мм; в % в пересчете на без карбонатную навеску (5) Физический песок; физическая глина.

*Табл. 5.* Запас солей (в т/га) в исследуемых почвах по отдельным временам года.

*Табл. 6.* Условия выпадения осадков на данной территории. (1) Время года. (2) Всего за год. (3) В среднем за месяц. а) Условия выпадения осадков в различные времена года в период между взятием образцов. в) Данные по испарению для изучаемого района. с) Среднемесячные данные испарения для изучаемого района.

*Табл. 7.* Почвенные условия изучаемой территории. (1) Номер взятого образца и время года. а) Уровень грунтовых вод в см. б) Капиллярная кайма, в см.

*Рис. 1.* Солевой профиль разрезов 602 и 604. (определено в водной вытяжке 1:5, выражено в мг.экв./100 гр почвы).

*Рис. 2.* Солевой профиль разреза 606. (определено в водной вытяжке 1:5, выражено в мг.экв./100 гр почвы).

*Рис. 3.* Солевой профиль разреза 608. (определено в водной вытяжке, выражено в мг.экв./100 гр почвы).

*Рис. 4.* Движение воды в исследованных почвах. (1) Влажность в %. (2) Грунтовая вода.

*Рис. 5.* Солевой баланс почв за летний период. (1) Общий солевой баланс. (2) Количество осадков. (3) Фактическое количество осадков. (4) Среднее количество осадков

за много лет. (5) Уровень грунтовых вод. (6) Слой почвы находящийся под влиянием грунтовых вод. (7) Движение солей внутри почвенного профиля. (8) Выщелачивание. (9) Накопление солей.

*Рис. 6.* Солевой баланс почвы за зимний период. Объяснение см. на рисунке 5.

*Рис. 7.* Годовой солевой баланс почвы. Объяснение см. на рисунке 5.

*Рис. 8.* Солевой баланс почвы за длительный период. Объяснение см. на рисунке 5.

*Рис. 9.* Химический состав грунтовых вод из Кунсентмиклош. (1) Общее содержание солей. (2) Грунтовые воды разреза 602. (3) Грунтовые воды разреза 604. (4) Грунтовые воды разреза 606. (5) Грунтовые воды разреза 608. (6) Поверхностные воды вблизи разреза 606.