

A duna-völgyi szikes talajok és ezek talajvizének sótartalma

HARMATI ISTVÁN

Gabonatemesztési Kutató Kht., Szeged

A duna-völgyi szikes talajok és az alattuk található talajvizek sótartalmának jobb megismerése, valamint a köztük lévő hasonlóság mértékének megállapítása céljából vizsgálatokat végeztem. Tanulmányoztam továbbá a talajvizek sótartalmának változását is, a vízrendezések hatására beindult folyamatok komplex feltárása érdekében.

RÓNAI (1965) jó áttekintést nyújt a Duna–Tisza köze jobb talajai alatt lévő talajvizek sótartalmáról és sóösszetételéről, azonban a szikes talajok talajvizeit csak elvétve vizsgálta. HERKE (1962, 1983), majd HARMATI (1967, 1996, 1999) behatóan tanulmányozták a Duna-völgy szikes talajai alatt elhelyezkedő talajvizek sótartalmát, s megállapították, hogy ezek sótartalma (2–10 g/l) szélső határok között váltakozik, a talajok típusától és uralkodó sódinamikájuktól függően. Mivel a legtöbb helyen jelenleg a szikesek kilúgozódása folyik, a talajvizek felszínhez közeli részének sókoncentrációja nagyobb, mint lejjebb. HARMATI (1959, 1999) mérései szerint a mélybevágású csatornák alacsony vízszintállásnál megcsapolják a talajvizet, s ezáltal megakadályozzák a kilúgozott sók talajvízben történő akkumulációját. MOLNÁR (1999) a szikes tavak vizsgálata során megállapította, hogy ezek többsége alatt, és környezetükben a talajvíz sótartalma igen nagy, 6–10 g/l. VÁRALLYAY (1967, 1999) rámutat arra, hogy a felszín alatti vizek szerepe a sófelhalmozódási és szikesedési folyamatokban megkülönböztetett jelentőségű. A kritikus szint fölé emelkedő talajvíz esetén a felfelé irányuló kapilláris vízmozgás az uralkodó folyamat, s ennek eredményeként a talajvízből a sók oldékonyságuk sorrendjében válnak ki és halmozódnak fel, helyezkednek el egymás felett: CaCO_3 – MgCO_3 – NaHCO_3 – NaCl .

Anyag és módszer

E közlemény első részében a Duna-völgy szikeseinek (szoloncsák, szoloncsák-szolonyc és réti szolonyc) részletes megismerése céljából vett talaj- és talajvízminták sótartalmának és sóösszetételének vizsgálati eredményeit ismertetem, tíz kiválasztott jellemző szelvény adatait felhasználva. A Duna-völgy északi, középső és déli részén lévő szikeseket a Szunyogpuszta, a Kunszent-

miklós és az Akasztó térségében feltárt szelvények képviselik. A 0–100 cm-es talajszelvények 1:5 arányú vizes kivonatának és a talajvizek sótartalmát és sóösszetételét táblázatban mutatom be, melyekben a sótartalmakat mg-ban, a sóösszetételt me%-ban és mg-ban, mg/1000 g, illetve mg/1000 ml-ben adom meg.

A cikk második részében a talajvizek sótartalmának, sóösszetételének változásával foglalkozom a szunyogpusztai, a kunszentmiklói, a fülöpszállási és az akasztói kísérleti telepeinken az általunk létesített talajvízkutak vizeinek éveken át végzett vizsgálata alapján.

Eredmények

A szikes talajok és a talajvizek sótartalma

A talajszelvény-vizsgálatoknak a közlemény témájához tartozó eredményeit északról dél felé haladva ismertetem, mivel a szikes talajok több fontos tulajdonsága (szelvényvastagság, mechanikai összetétel, kilúgozhatóság) ilyen irányban változik.

Szunyogpuszta

A Szunyogpusztán feltárt szikes talajszelvények a Duna-völgy É-i részére jellemzőek. Szelvényvastagságuk 70–80 cm, fizikai agyag tartalmuk 25–30 %, Arany-féle kötöttségi számuk 30–40. E tulajdonságokból adódóan ezek viszonylag könnyebben kilúgozhatók, mint e táj déli részén találhatóak. A következőkben egy sókivirágzásos és egy szolonyecsedő szoloncsák, továbbá egy szoloncsák-szolonyec és két réti szolonyec szikes talaj, valamint ezek talajvizének vizsgálati anyagát mutatom be (1. táblázat).

Az Sz. 9. sz. talajszelvényt egy halastó közelében lévő sókivirágzásos szoloncsák szikesen tártuk fel, melyet gyenge fejlődésű, ritka állományú *Puccinellia limosa* és *Lepidium cartilagineum* borított. A sókivirágzást a halastó által felszín közelbe (27 cm-re) felemelt sós talajvíz okozta. A sókivirágzásos szikesekre jellemzően a talaj sótartalma a felszínig nagymértékben nőtt. A 0–10 cm-es réteg sótartalma 1119 mg/100 g volt, emiatt a korábban a szolonyecsedési folyamat révén kialakult talajoszlopok elég könnyen szétomlottak. A talaj vízzoldható sóinak túlnyomó részét $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ képezte, de számottevő mennyiségű Na_2SO_4 -ot is tartalmazott. Az 1 m-es talajszelvény átlagos sótartalma 316,1 mg/100 g.

A talajvíz sótartalma viszonylag nem volt nagy (3087,0 mg/l), mivel a halastó réti talajfoltjain átszivárgó Duna-víz felhígította. A talajvíz sótartalma is – a talajéhoz hasonlóan – túlnyomórészt NaHCO_3 -ból állt, kevesebb Na_2SO_4 kíséretében. A Na-sók egymáshoz való aránya viszont kissé eltér a talajétól, melyet jól jeleznek a következő adatok. Az anionok egyenérték (eé) összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a 71,7, míg a talajban ez 80,4. A kationok egyenérték összegének Na %-a a talajvízben 97,8, míg a talajban 91,0.

1. táblázat
A szunyogpusztai szikes talajok (T) és talajvizek (Tv) sótartalma

(1) Viz- gált anyag	(2) Sótar- talom	CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		me % mg						
<i>Sz 9. talajszelvény</i>								
T		80,4	6,2	13,4	91,0	0,9	3,3	4,8
	3161,4	1831,6	95,7	281,0	886,7	13,3	28,2	24,9
Tv		71,7	6,9	21,4	97,8	0,3	1,0	0,9
	3087,0	1637,2	95,7	401,5	934,8	5,1	8,0	4,7
<i>Sz 2 talajszelvény</i>								
T		65,7	12,2	22,1	93,6	0,3	3,3	2,8
	3317,0	1591,6	198,6	485,1	983,7	12,1	30,6	15,3
Tv		49,0	19,2	31,8	97,9	0,2	1,4	0,5
	5108,7	1958,2	473,4	1066,8	1580,8	5,9	19,2	4,4
<i>Sz 7. talajszelvény</i>								
T		74,5	9,9	15,6	87,2	1,0	4,4	7,4
	1987,6	1089,1	95,7	204,6	539,4	11,3	23,4	24,1
Tv		51,8	12,5	35,7	97,8	0,7	0,7	0,8
	8608,0	3371,4	499,9	1927,4	2749,3	31,3	16,8	11,9
<i>Sz 1. talajszelvény</i>								
T		75,0	6,6	18,4	87,3	0,8	5,4	6,5
	1471,7	860,4	44,3	166,2	362,0	5,1	19,4	14,3
Tv		58,1	14,7	27,2	95,1	0,2	3,1	1,6
	2726,8	1222,3	189,7	476,5	805,8	2,4	22,8	7,3
<i>Sz 7/a. talajszelvény</i>								
T		76,2	8,9	14,9	68,8	1,4	17,1	12,7
	1626,3	963,6	67,4	152,7	328,0	11,7	70,8	32,1
Tv								

Megjegyzés: me % = milligramm-egyenérték %. Mértékegység: talaj (T): mg/1000 g; talajvíz (Tv) = mg/1000 ml

Az Sz. 2. sz. talajszelvényt *Puccinellia limosa* vezérnövényű természetes gyepel borított, enyhén szolonyecesező szoloncsák szikes területen tártuk fel. A gyengén humuszos 0–19 cm-es szintben az oszlopos szerkezet kialakulása elkezdődött. Ez alatt pedig 77 cm-ig CaCO₃-os (15–25 %) akkumulációs szint, majd homok található. A vízdoldható sótartalom a szoloncsákokra jellemzően nagy (a 100 cm-es talajszelvény átlagában 331,7 mg/100 g). Ennek jóval több mint a felét Na₂CO₃ és NaHCO₃ alkotja. A sóakkumulációs szint (10–30 cm között) jelentős mennyiségű Na₂SO₄-ot és kevesebb NaCl-ot is tartalmaz.

A talajfelszín alatt 85 cm-re elhelyezkedő talajvíz sótartalma 5108,7 mg/l, amely jóval nagyobb a talajénál. Ennek összetétele itt is hasonló a talajéhoz, azonban a Na_2SO_4 -nak és a NaCl-nak a $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ -hoz viszonyított aránya jóval nagyobb. Ezt jól jelzi az is, hogy az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$ %-a csak 49,0, szemben a talaj 65,7 %-ával. Mindez a talaj kilúgozódási folyamatának eredménye. A Na egyenérték %-a mindkét helyen jóval 90 % feletti, ami a Na-sók majdnem teljes egyeduralkodását jelenti.

Az Sz. 7. sz. talajszelvény éveken át árasztó-csörgedezettető öntözésben részesített területéről származik. Az öntözés hatására a hajdan szoloncsák szikes nagymértékben kilúgozódott és átalakult szoloncsák–szolonyecché. A Puccinellia limosa asszociációt pedig az Agrostis alba váltotta fel. A humuszos 0–18 cm-es szintjében az oszlopos szerkezet jól kialakult. Kötöttsége hasonló az Sz. 2. szelvényéhez ($K_A = 32\text{--}37$). Mész tartalma a felszíntől lefelé nő (7-ről 30 %-ra).

A talajszelvény átlagos só tartalma 198,3 mg/100 g. A talaj kilúgozottságát jól jelzi az akkumulációs szintjének viszonylag kis só tartalma, valamint a Na_2SO_4 és a NaCl csekély részaránya. A talajvíz só tartalma viszont igen nagy (8608 mg/l), mivel kilúgozott Na-sók – lecsapolás hiányában – ebben felhalmozódtak. Ilyen nagy só tartalmú „pangó” talajvizek a 60-as évek végéig a Duna-völgyben sok helyen kialakultak. A vízrendezések előrehaladtával azonban ezek fokozatosan – kevés kivételtől eltekintve – megszűntek, felhígultak. A talajvízben – érthetően – a könnyen kilúgozható NaCl és Na_2SO_4 aránya jóval nagyobb a talajénál. Ezért az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a csak 51,8, míg a talaj vizes kivonatában 74,5. A kationok egyenérték összegének Na^+ %-a a talajvízben 97,9, míg a talajban 87,2, mivel ez kevés Mg- és $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -ot is tartalmazott.

Az Sz. 1. sz. talajszelvényt a Puccinellia limosa-s gyepel borított szoloncsák szikes területből kb. 10 cm-rel kiemelkedő térszínű, Agropyron repens vezérnövényű gyepek talajfoltban tártuk fel. E réti szolonyec talaj jellegzetessége az 50 cm vastagságú, humuszban gazdag, gyökerekkel átszőtt „A”- és „B”-szint. Az utóbbiban az oszlopos szerkezet (5–22 cm) határozottan kialakult. Ez alatt a közvetlen mellette lévő szoloncsákénál jóval több (30–45 %) Ca-MgCO_3 -ot tartalmazó akkumulációs réteg következett, amely a 70 cm-nél kezdődő homokos szintig tartott. E tulajdonságokból arra lehet következtetni, hogy e talajok kialakulásának ideje és körülménye eltér a szoloncsák és a szoloncsák–szolonyec szikesekétől. A talaj vízoldható só tartalma – érthetően – nem nagy, a szelvény átlagában 147,2 mg/100 g. Sóakkumulációs szintje is kevés só tartalmaz. A sók döntő hányadát ennél is a Na-sók, ezen belül a NaHCO_3 teszi ki, kevés Na_2SO_4 és NaCl mellett.

A talajvíz só tartalma viszont elég nagy, 2726,8 mg/l, melyben itt is a Na_2SO_4 és a NaCl részaránya jóval nagyobb, mint a talajban. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a a talajban 75,0, míg a talajvízben csak 58,1. A talajvízben a Na-sók szinte teljesen egyeduralkodók, míg a talaj-

ban ezeken kívül – főként annak humuszos rétegében – a Mg-, sőt a Ca-sók is figyelemreméltó mennyiségben fordulnak elő.

Megfigyeléseim szerint a szikes talajú területeken előforduló ilyen réti szolonyec talajfoltok az összegyülemelő belvizeket gyakran „szürcsögő” hang kelte mellett nyelik el, engedik át a talajvízbe. Ezek bizonyára azért nem szikesedtek el jobban, mivel a sós belvizek viszonylag gyorsan átszivárognak rajtuk, s így sóakkumuláció nem történik. A talaj és a rajta átszivárgó belvíz sókoncentrációja között egyensúly alakul ki. A talaj nagy humusztartalma is gátolja, pufferozza a szikesedési folyamatot, Na-humát képződése és kilúgozódása, azaz az átszivárgó víz lúgosságának csökkentése révén.

Az Sz 7/a. sz. talajszelvényt – az előbbihez hasonlóan – szintén szoloncsák szikes területről, de annál valamivel jobban (15–20 cm-re) kiemelkedő térszínű réti szolonyec talajfoltból tártuk fel. E talaj növényzete *Agropyron repens*, amely között *Ononis spinosa* is előfordul. Jellemzője a 67 cm vastagságú, gyökerekkel átszőtt, humuszban igen gazdag „A”- és „B”-szint. A 12 cm-es szerkezetnélküli és porhanyós „A”-szintje alatt 52 cm hosszúságú, igen vastag és kemény oszlopok alakultak ki. Ebben csiga- és kagylómaradványokat találtunk. 50–80 cm között nagy Ca–MgCO₃-tartalmú (30–45 %) akkumulációs szint alakult ki, amely hirtelen megy át a homokrétegbe.

E talajok nagy (5–6 %) humusztartalma úgy keletkezhetett, hogy a belvízzel előntött szikes talajú területekből legtöbbször kiemelkedve, évszázadokon át, évről-évre dús növényzet alakult ki, amely anaerob viszonyok között elbomlott.

A talajszelvény átlagos sótartalma 162,6 mg/100 g. Sófelhalmozódási szintje nincs. A humuszban gazdag 0–30 cm-es rétegének vizes kivonata jelentős mennyiségű Ca²⁺-ot és kevesebb Mg²⁺-ot tartalmaz. Ebben a kationok egyenérték összegének 53,1 %-a Ca²⁺- és 21,8 %-a Mg²⁺-ion. Ez alatt viszont már a Na⁺-ion az uralkodó, 80 % feletti. A szelvény átlagában a Na egyenérték %-a csak 68,8. Az anionok egyenérték összegének 76,2 %-a CO₃²⁻ + HCO₃⁻, míg a többi nagyjából SO₄²⁻-ion. Sajnos, a talajvizet, amely a feltáráskor 102 cm mélyen volt, nem tudtuk megvizsgálni, mert a mintája megsemmisült.

A Kunszentmiklós térségében végzett vizsgálatok

A Duna-völgy közepe táján, Kunszentmiklós térségében található szikesek szelvényvastagsága és agyagtartalma általában nagyobb, mint a Duna-völgy É-i részén lévőké. Azonban elég nagy különbségek vannak a várostól ÉK-re és DNy-ra fekvő szikesek között. Az előbbieket – a homokhátság közelében lévők – kevésbé sósak, és jóval kötöttebbek, mint az utóbbiak. Az e térségben feltárt szelvények közül egy sókivirágzásos és enyhén szolonyecesező szoloncsák, valamint egy szoloncsákos réti szolonyec vizsgálati adatait ismertetem (2. táblázat).

A K. 10. sz. talajszelvényt a várostól DNy-ra elterülő, nagy kiterjedésű szikes puszta egy sókivirágzásos részéről vettük fel. Ez a hófödte tájhoz hasonlító terület a nyáriasan meleg, napsütéses szeptemberi napon érdekes látványt nyújtott. Növényzete nagyon gyéren és gyengén fejlődő *Lepidium Cartilagineum* és *Champhorosma ovata* volt. A kivirágzott sőt sajnos nem tudtuk megvizsgálni, mivel ezt egy hirtelen jött zápor bemosta a talajba. A sókivirágzást a magasan lévő nagyon sós talajvíz okozta, amely a talaj homokos–iszap mechanikai összetétele és a talajkolloidok „kisózása” révén könnyen felhúzódhatott a felszínre. A talajvíz gyakori vertikális irányú mozgását a talajszelvényben található nagyszámú vaskiválás (göbcecsek és csíkok) jól jelzi. E talaj még abban is különbözik az eddig ismertetett szikesektől, hogy a Ca–MgCO₃-os akkumulációs szintje nem a szelvény alsó felében, hanem a talajfelszín közelében alakult ki.

A talaj sótartalma – a sókivirágzásos szikesekre jellemzően – a felszínen a legnagyobb, amely lefelé haladva erősen csökken. A talajszelvény átlagos sótartalma 366,2 mg/100 g, amelyben a Na₂CO₃ szokatlanul nagy mennyiségben van, különösen a szelvény felső részében. Emiatt a talaj nagyon lúgos kémhatású, humuszt alig tartalmaz, s a rajta lévő sótüdő növények is gyengén fejlődnek. A talaj nagymennyiségű Na₂CO₃+NaHCO₃-tartalma mellett jelentős a NaCl részaránya is. E térségben már általában nagyobb a NaCl-nak a Na₂SO₄-hoz viszonyított mennyisége.

A talajvíz sótartalma kiemelkedően nagy (10.006,6 mg/l), közel háromszoros a talaj vizes kivonatáénak. Valószínűsíthető, hogy a környező szikes talajokból kilúgozódott sók e sókivirágzásos terület alatt akkumulálódtak. Összetétele a talajéhoz hasonló, azonban kisebb a Na₂CO₃⁻, és nagyobb a NaCl-tartalma. Az anionok egyenérték összegének Cl⁻ és SO₄²⁻ %-a a talajvízben 45, a talajban a szelvény felső felében 38, az alsóban 27. A Cl⁻ mennyisége mindkét helyen jóval nagyobb a SO₄²⁻-énál, és a sók szinte teljes egészében Na-sókból állnak.

A K. 10/a. sz. talajszelvényt a sókivirágzásos K. 10. számú közelében tártuk fel. E szoloncsák szikest gyengén fejlődő, gyér *Puccinellia limosából* és *Champhorosma ovatából* álló gyepp borította. Humusztartalma 1 % alatti, kötöttsége az előbbi talajénál nagyobb (K_A = 35–48).

A talaj sótartalma nagy, a szelvény átlagában 315,8 mg/100 g, melynek nagy része a talaj felső felében található. A duna-völgyi szoloncsákokra jellemzően e talajszelvény sótartalmának túlnyomó része (96 %-a) Na-só, melyben a NaHCO₃+Na₂CO₃ dominál.

A talajvíz sókoncentrációja jóval nagyobb, mint a talaj vizes kivonatáé (4546,5 mg/l). Ennek összetétele is nagyon hasonlít a talajéhoz. Az anionok egyenérték összegének CO₃+HCO₃ %-a a talajvízben 63,7, a talajban 59,4. A Na egyenérték % mindkét helyen 96. A talajvíz a szelvény feltárásakor (szeptemberben) 180 cm mélyen volt.

2. táblázat

A Kunszentmiklós (K. 10., K. 10/a., K. 12.) és Akasztó (A. 18., A. 19.) térségében lévő szikes talajok és talajvizek sótartalma

(1) Vizsgált anyag	(2) Sótar- talom	CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		me % mg						
<i>K. 10. talajszelvény</i>								
T	3662,4	64,3	25,5	10,2	95,7	2,9	1,3	0,1
Tv		1421,9	534,7	289,2	1329,9	70,4	15,8	0,5
	10006,6	4421,6	1946,6	415,9	3194,1	10,2	14,8	3,4
<i>K. 10/a. talajszelvény</i>								
T	3157,5	59,4	29,9	10,7	96,2	1,2	1,9	0,7
Tv		1406,0	455,3	222,4	1032,0	21,0	17,0	4,0
	4546,5	2314,1	680,8	160,4	1344,6	9,0	19,2	18
<i>K. 12. talajszelvény</i>								
T	1983,6	75,6	9,9	14,5	86,0	0,7	5,5	7,8
Tv		1115,8	92,2	182,5	530,8	7,4	29,6	25,3
	3352,2	1475,8	489,3	346,3	989,8	5,9	8,0	37,1
<i>A. 18. talajszelvény</i>								
T	5169,3	52,7	39,9	7,4	93,4	0,7	2,6	3,3
Tv		2084,8	1062,0	263,2	1667,0	20,0	41,2	31,1
	6406,3	2375	1872,1	32,3	2034,5	16,0	16,8	59,6
<i>A. 19. talajszelvény</i>								
T	6109,0	58,5	36,5	5,0	93,8	0,5	1,4	4,3
Tv		2892,0	1127,0	204,0	1803,0	16,0	23,0	44,0
	6939,0	2501,0	1913,0	232,0	2161,0	24,0	54,0	54,0

Megjegyzés: me % = milligramm-egyenérték %. Mértékegység: talaj (T): mg/1000 g; talajvíz (Tv) = mg/1000 ml

A K. 12. sz. talajszelvényt a várostól K-re lévő, a homokhátságtól 1–2 km-re lévő szikes legelőn tártuk fel. Ezt *Agrostis alba*-ból és *Poa pratensis*-ből álló természetes gyp borította. E mélyen fekvő szoloncsákos réti szolonyec több tulajdonsága jelentősen eltér a Szunyogpuszta–Apaj–Kunszentmiklós–Szabadszálás–Akasztó vonalában található szikes puszták talajaitól: kötöttsége ($K_A = 48–62$) és Ca–MgCO₃-tartalma (40–46 %) jóval nagyobb azokénál. A talajszelvényt meglehetősen tarkították a 70 cm mélységig is lenyúló fekete humusz-

nyelvek és narancssárga vaskiválások. Ilyen szikesek inkább csak a Duna-völgynek a homokhátság felőli területein találhatóak. A humuszban eléggé gazdag 0–25 cm-es rétegben kialakult kb. 10 cm-es oszlopok nem eléggé szilárdak, könnyen szétesnek.

A talaj sótartalma 150–290 mg/100 g között van, az utóbbi érték a 20–60 cm között elhelyezkedő sóakkumulációs szintre jellemző. Sőösszetétele a Duna-völgy más részein lévő szikesekéhez hasonló, a NaHCO_3 dominanciája mellett kevés NaCl -ot és Na_2SO_4 -ot is tartalmaz. A talajvíz – amely a szelvény feltárásakor 120 cm mélyen helyezkedett el – meglehetősen sós volt (3352,2 mg/l). Ebben a Na-sók egymáshoz való aránya jelentősen eltér a talajétól. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$ %-a csak 54,3, a viszonylag sok Cl^- és SO_4^{2-} miatt, míg a talajé, átlagban 75,6. A Na egyenérték %-a (az előbbi sorrendben) a következő: 92,2, ill. 86,0. A talaj humuszos rétege ugyanis figyelemreméltó mennyiségű Mg^{2+} - és Ca^{2+} -iont is tartalmaz.

Akasztó térségében végzett vizsgálatok

A Duna-völgy D-i részén, Akasztó térségében található szikesek kötöttsége és szelvényvastagsága jóval nagyobb, mint a Duna-völgy középső, még inkább mint az É-i részén lévőké. Emiatt a talajok kilúgozódása lassúbb és kisebb mértékű. Jellemzőjük még a viszonylagosan nagy NaCl -tartalom (2. táblázat).

Az A. 18. sz. talajszelvény szolonyeceseződő szoloncsák szikes. Növényzete *Puccinellia limosa*, *Aster pannonicussal* társulva. Fizikai agyag tartalma 40–51 %, kötöttségi száma a szelvény közepén a 60-at is meghaladja. Mész-tartalma a mélységgel nő, 17-ről 58 %-ra. A humuszos szintjében (0–24 cm) az oszlopos szerkezet kialakulóban van.

A talaj nagy mennyiségben tartalmaz sót, átlagosan 516,9 mg/100 g-ot, melynek nagyobb része a 24–74 cm között kialakult felhalmozódási szintben található. Jellemzője, hogy az anionok egyenérték összegének 39,9 %-a Cl^- , 7,4 %-a SO_4^{2-} - és csak 52,7 %-a $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ -ion. A Na egyenérték %-a 93,4, tehát a sótartalom majdnem teljesen Na-sókból áll. A talajvíz a talajszelvény feltárásakor 300 cm mélyen volt, amely másnapra a hidrosztatikus nyomás hatására 82 cm-re emelkedett. Ennek sótartalma még a talajénál is nagyobb (6406,3 mg/l) volt. Ebben a NaCl részaránya még a talajét is erősen túlszárnyalta. Az anionok egyenérték összegének ugyanis 56,1 %-a Cl^- -ion.

Az A. 19. számú szelvényt az A. 18. sz. környékén tártuk fel. Növényzete a szoloncsákokra jellemzően a *Puccinellia limosa* és *Lepidium Cartilagineum* volt. A talaj tulajdonságai nagyon hasonlóak a 18. sz. szelvényéhez. Sótartalma azonban még annál is nagyobb, a szelvény átlagában 610,9 mg/100 g. Mivel a talaj humuszos szintje is igen sós, az oszlopos szerkezet még nem alakulhatott ki. Itt az anionok egyenérték összegének túlnyomó hányada $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ -ion, de ettől lejjebb, főként a sóakkumulációs szintben már csak 50 % körüli, a nagy Cl^- -tartalom miatt. A talajvíz sókoncentrációja is nagy (6939,0 mg/l), meg-

haladja a talajét, melynek több mint a fele NaCl-ból áll. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$ %-a a talajban 58,5, míg a talajvízben 41,8. Ebből arra lehet következtetni, hogy a talaj erős kötöttsége ellenére vertikális irányú ki-lúgozás is történik. A Na egyenérték % mindkét esetben 92 % feletti.

Az ismertetett vizsgálati adatok alapján áttekintést kaphattunk a Duna-völgy szikes talajainak és ezek talajvizeinek sótartalmáról és sóösszetételéről, valamint a köztük meglévő nagy hasonlóságról.

E vizsgálatok óta jelentős változások következtek be. A vízrendezések előrehaladtával ugyanis a kilúgozódási folyamatok dominánssá váltak és felgyorsultak. Ezt „A vízrendezések hatása a Duna-völgy szikes talajaira” című, e folyóiratban megjelenő cikkemben bizonyítottam (HARMATI, 2000). A talajvizek sótartalmának változására pedig a következőkben kívánok némi bepillantást nyújtani a kísérleti telepeinken lévő kutak vizének éveken át történő vizsgálata eredményei révén.

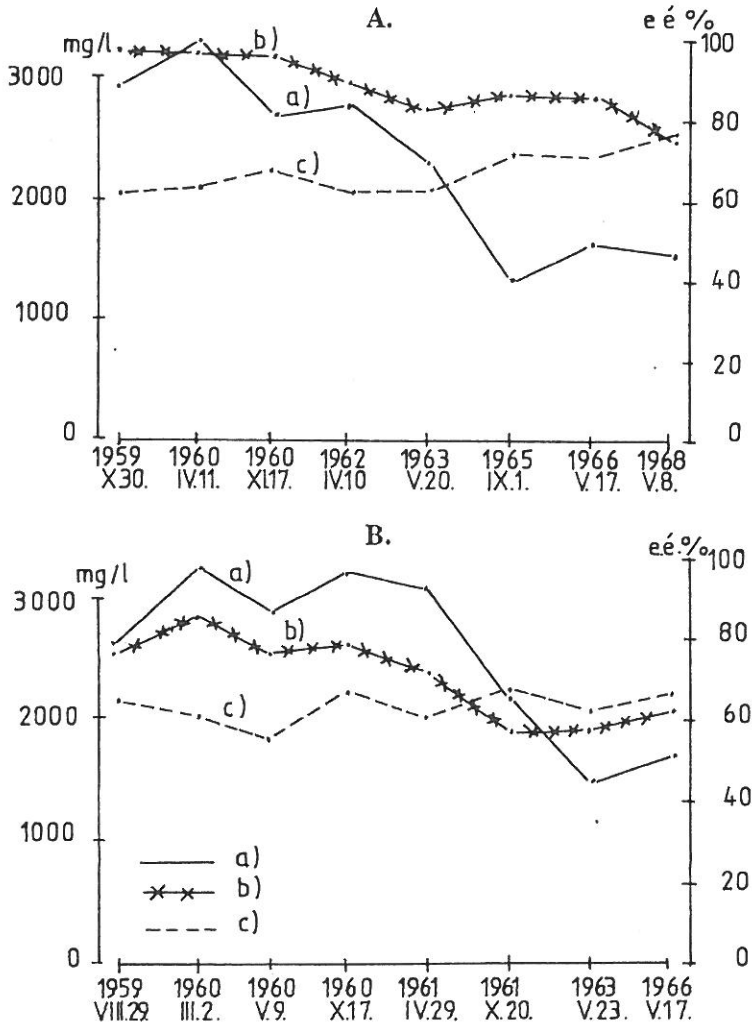
A talajvizek sótartalmának változása

A *Szunyogpusztai Kísérleti Telepünkön* végzett vizsgálatok főbb eredményeit az 1. ábrán tüntettem fel. Ezen a rövidség és a könnyebb áttekinthetőség érdekében csak a talajvíz sótartalmát, valamint az anionok és a kationok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$, illetve a Na %-át tüntettem fel.

A *Szunyogpusztai I. sz. Telep* – hét kút vizének – vizsgálati adatai átlagából készített grafikonokból jól látható, hogy a talajvíz sótartalma 1959–1962 között 3000 mg/l körüli volt, majd 1963-tól kezdve erősen csökkenni kezdett, és 1965–1968 között már csak 1500–1600 mg/l sót tartalmazott. Ez egyrészt a Telep alacsonyabb térszínű oldalán megépített mélybevágtatású lecsapoló csatorna talajvízszint-csökkentő hatására, másrészt az 1964–1966 között lehullott nagyon sok csapadék hígító hatására következett be. Ezekon kívül még a térségben elkezdett vízrendezési munkálatok is hozzájárulhattak a sótartalom csökkenéséhez.

Vizsgálataink kezdetén a talajvíz sótartalma szinte teljesen Na-sókból állt. A későbbiekben azonban a kationok egyenérték összegének Na⁺ %-a 96-ról 76 %-ra mérséklődött, elsősorban a Mg²⁺ gyarapodása miatt. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a a sótartalom erőteljes csökkenéséig 60 % körül volt, majd ezt követően 78 %-ra emelkedett, mivel a talajvíz SO_4^{2-} -tartalma lecsökkent. A Na-sók rovására tehát a Mg-sók, főként $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ enyhe gyarapodása kezdődött el.

Közel hasonló változások következtek be a *Telep II. számú részében* is. A kilenc kút vizének vizsgálati adatainak átlagát feltüntető grafikonokból látható, hogy a 3000 mg/l körüli sótartalom itt is 1500–1600 mg/l-re csökkent. A talajvíz nagyobb Mg-tartalma miatt viszont a Na-sók mennyisége kisebb lett. A kationok egyenérték összegének Na⁺ %-a a kezdeti 80 % körüli értékről 60 %-



1. ábra

A talajvíz sótartalmának változása a Szunyogpusztai Kísérleti Telepen.
 A. Szunyogpusztai I. sz. Telep (7 kút átlaga). B. Szunyogpusztai II. sz. Telep (9 kút átlaga). a) sótartalom, mg/l; b) Na⁺ egyenérték %; c) CO₃²⁻+HCO₃⁻ egyenérték %

ra mérséklődött. A Mg²⁺ jelentős gyarapodása mellett a K⁺, sőt a Ca²⁺ mennyisége is némileg megnőtt, a talaj fokozódó kilúgozódása következtében. A CO₃²⁻+HCO₃⁻ egyenérték %-a 60 körül váltakozott, és a vizsgálati időszak vége felé is csak kis mértékben nőtt. A talajvíz tehát itt is jelentős mennyiségű SO₄²⁻-ot és Cl⁻-ot tartalmazott.

Kunszentmiklóson a vasútállomás közelében, szoloncsák szikesen végzett kísérleteink kútjainak talajvíz-vizsgálati eredményeit – 3 kút átlagában – a 3. táblázat tartalmazza. Ebből az látható, hogy a talajvíz sótartalma a csapadék-szegény tenyészidőben átmenetileg megnövekedett. Az erősen csapadékos ősz-szel viszont a vízszintemelkedéssel együtt jelentősen lecsökkent. Ez a tendencia a következő évben is érvényesült. Sótartalmának nagyobb hányadát itt is a $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ képezte, de jelentős mennyiségű NaCl -ot és kevesebb Na_2SO_4 -ot is tartalmazott. A vizsgálat viszonylag rövid ideje alatt csak a Na_2SO_4 tartalma változott, következetesen csökkent.

Az *Akasztó községtől É-ra*, szoloncsák szikesen lévő kísérleti helyünk talajvízkútjai vizének vizsgálati adataiból a kunszentmiklósihoz hasonló megállapítások tehetők. A talajvíz nagy sótartalma az első vizsgálati év csapadék-szegény tenyészidejében nagymértékben megnőtt. A kísérleti hely mellett lévő belvízcsatorna állandóan magasán tartott vízszintje ugyanis nem tette lehetővé a talajvíz süllyedését, melynek sótartalma a talaj kilúgozódása révén többnyire folyamatosan gyarapodott. A késő ősszel elkezdődött csapadékos időjárás hatására, a talajvíz szintjének fokozatos emelkedésével párhuzamosan a sókoncentrációja csökkent, s a csatorna talajvíz megcsapoló hatása is érvényesült. A talajvíz sótartalmának nagy hányadát a NaHCO_3 és a NaCl képezte. Az anionok egyenérték összegének ugyanis csak 42–48 %-a volt $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ -ion. A vizsgált időszak alatt csak a Na_2SO_4 -tartalma változott, itt is következetesen és erősen csökkent.

A kunszentmiklósi és az akasztói vizsgálatok adataiból arra lehet következtetni, hogy a talajvíz sótartalmát és sóösszetételét a csapadékviszonyok és ezzel szoros összefüggésben a csatornavízszintek befolyásolják.

A *Fülöpszállási Kísérleti Telep* talajvizének sótartalma és sóösszetétele a terület enyhén szolonyeces réti talajából adódóan, alapvetően különbözik az eddig tárgyalt szikes talajokétól. Sótartalma sokkal kisebb (700–1200 mg/l), s benne nem a Na-, hanem a Mg- és Ca-sók dominálnak. A talajvíz típusa: Mg-Na-Ca- HCO_3 , és Mg-Ca- Na- HCO_3 (4. táblázat).

A telep „A”-részén a talajvíz sótartalma – a vizsgált időszakban – 919–1240 mg/l között váltakozott. Ez tavasszal mindig valamivel nagyobb volt, mint nyáron, mivel ilyenkor a belvízlevezető főcsatorna magas vízállása miatt az alacsony térszínű terület talajvizét nemigen tudta megcsapolni, ezért átmenetileg enyhe sóakkumuláció következett be. A sóösszetétel is csak kismértékben változott. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a (átlagértéke 77,8), a sócsökkenéssel párhuzamosan némileg csökkent, a Cl^- és SO_4^{2-} -ion gyarapodása miatt. A kationok egyenérték összegének Na %-a következetes változást nem mutatott (átlagértéke 36,5), viszont a Mg %-a (átlagértéke 42,8) a sótartalommal együtt csökkent.

Megemlítem, hogy a talaj átlagos sótartalma 121,8 mg/100 g volt, tehát alig nagyobb mint a talajvízé, de több Na-sót tartalmazott.

3. táblázat
A talajvíz sótartalmának változása Kunszentmiklós és Akasztó környékén lévő szikések alatt

(1) Mintavétel ideje	(2) Sótar- talom mg/l	mg/l									
		CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻ egyenérték %	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
<i>Kunszentmiklós</i>											
1960. ápr. 28.	3993	52,7	92,9	56	1636	599	424	1196	37	22	23
1960. jún. 17.	4142	54,3	94,3	133	1579	574	447	1315	69	12	13
1960. dec. 1.	3798	53,7	91,1	63	1585	557	407	1094	43	16	33
1961. ápr. 1.	3715	55,6	92,2	129	1488	554	349	1105	49	16	25
1961. jún. 28.	3446	61,6	92,4	61	1617	494	186	1004	49	16	19
a) átlag	3819	55,6	92,6	88	1581	556	363	1143	49	16	23
<i>Akasztó</i>											
1960. ápr. 13.	6939	41,8	92,4	74	2427	1913	232	2161	24	54	54
1960. jún. 17.	7392	43,5	92,5	133	2611	1906	359	2230	73	18	62
1960. nov. 30.	8607	45,0	96,2	190	3041	2381	78	2818	45	21	33
1961. ápr. 26.	7035	48,6	93,3	72	2855	1825	24	2145	33	27	54
1961. jún. 22.	6588	47,1	94,0	207	2349	1811	0	2113	37	26	45
a) átlag	7312	45,2	93,7	135	2657	1967	139	2293	42	29	50

4. táblázat
A Fülöpsházi Kísérleti Telep („A” és „B” teleprész) talajvizének változása
(3-3 kút átlaga)

(1) Mintavétel ideje	(2) Sótar- talom mg/l	mg/l									
		CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻ egyenérték %	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
„A” teleprész											
1968. máj. 3.	1240	87,1	38,2	0	877	25	48	142	16	33	98
1968. szept. 15.	1020	76,9	33,7	0	638	47	82	110	18	43	79
1969. ápr. 3.	1066	73,0	34,9	0	638	57	112	119	10	46	84
1969. aug. 23.	919	66,9	42,6	12	451	66	125	134	24	44	43
1970. ápr. 30.	1211	85,0	32,9	44	793	40	66	114	14	72	68
a) átlag	1091	77,8	36,5	11	680	47	87	124	17	48	75
„B” teleprész											
1966. máj. 10.	982	79,2	35,1	12	610	34	92	109	11	28	86
1968. máj. 4.	907	77,6	31,8	0	571	34	79	101	14	40	70
1968. szept. 15.	832	86,8	25,4	0	573	31	24	66	26	48	65
1969. aug. 23.	656	79,6	26,8	38	360	34	41	59	18	63	40
a) átlag	844	80,8	29,8	12	528	33	59	84	17	45	65

A „B” teleprész talajvizének sóartalma az „A” teleprészénél kisebb (átlagosan 844 mg/l) volt, ami egyrészt a talaj jobb minőségéből, másrészt a talajvíz jobb lecsapolódási lehetőségéből adódott. A talajvíz sóösszetétele is kedvezőbb, mivel a kationok egyenérték összegének Na %-a kisebb (átlag 29,8), viszont a Mg és a Ca %-a nagyobb. A talajvíz sóartalma a jobb lecsapolási lehetőség eredményeként a vizsgált időszak alatt 982 mg/l-ről 656 mg/l-re lecsökkent. Ezzel párhuzamosan csökkent a víz HCO_3^- , a SO_4^{2-} , a Na^+ - és a Mg^{2+} -tartalma, míg a Ca^{2+} nőtt.

A talajszelvény átlagos sóartalma közel azonos a talajvizével. A talajban azonban több a $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ és a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, elsősorban ennek humuszban gazdag szintjében, míg a Na-sók mennyisége kisebb.

A fülöpszállási vizsgálatok is bebizonyították, hogy a talajvíz sóartalma és sóösszetétele döntően a felette lévő talajtól függ, a sómozgások eredő irányától befolyásolva. Ott, ahol a mélybevágású lecsapoló főcsatornák vízszintje tartósan alacsonyabb a környező terület talajvízszintjénél, ott a talajvíz megcsapolása eredményeként ennek sóartalma fokozatosan csökken.

Összefoglalás

A Duna-völgy szoloncsák, szoloncsák–szolonyec és réti szolonyec talajainak és az alattuk lévő talajvizek sótartalmát, sóösszetételét és a köztük lévő hasonlóságot vizsgáltam. Tanulmányoztam továbbá a talajvizek sótartalmának változását is.

A Duna-völgy északi, középső és déli részén lévő szikes puszták tíz jellemző helyén végzett vizsgálatok eredményeiből a következő megállapítások tehetők.

– A szikes talajok 100 cm-es szelvényeinek átlagos sóartalma – ezek típusától és sódinamikájának domináns irányától függően – szélsőséges határok (160–620 mg/100 g) között váltakozik. Sótartalmuk túlnyomórészt NaHCO_3 -ból és több-kevesebb NaCl -ből, Na_2SO_4 -ból áll. Az 1:5 talaj:víz arányú kivonatból meghatározott kationok egyenérték összegének Na %-a a szoloncsákoknál 90 feletti, a szoloncsák–szolonyeceknél 80–90, míg a réti szolonyeceknél 60–70 közötti, a Ca^{2+} , és főként a Mg^{2+} mennyiségétől függően. Az anionok egyenérték összegének $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ %-a 53–80 között váltakozik, s ez már nem annyira a talaj típusától, mint a sódinamika uralkodó irányától és helyi adottságoktól függ. Jellemző a Na_2SO_4 és a NaCl egymáshoz viszonyított aránya. Az előbbi a Duna-völgy északi részében, míg az utóbbi a déli részén nagyobb. A déli térségben a Cl^- egyenértéke megközelíti a 40 %-ot.

– A szikes talajok alatt lévő talajvizek sóartalma – kevés kivételtől eltekintve – kisebb-nagyobb mértékben meghaladja a talajok 100 cm-es szelvénye vizes kivonatának átlagos sókoncentrációját és még annál is szélsőségesebb határok (2700–10.000 mg/l) között váltakozik. A talajvíz sóartalma és -összetétele döntően a felette lévő talajtól, a sódinamika uralkodó irányától függ, a lecsapolási lehetőségtől erősen befolyásolva. A talaj és a talajvíz sóartalma

között összetételbeli különbségek is vannak. A talajvíz sótartalmának ugyanis szinte teljes egésze Na-sókból áll, melyekben a NaCl és Na₂SO₄ részaránya a talajokénál nagyobb. A kationok egyenérték összegének Na⁺ %-a mindegyik szikes típusnál nagyobb mint 90. Az anionok Cl⁻+SO₄²⁺ egyenérték %-a is nagyobb a talajénál. Mindez a kilúgozási folyamat dominanciáját jelzi. A Duna-völgy déli részén a talajvízben a NaCl mennyisége meghaladja a Na₂SO₄-ét, a Cl⁻ egyenértéke 50 %-nál nagyobb.

– A talajvizek sótartalmának és sóösszetételének változását vizsgálva megállapítottuk, hogy a talajvizek sótartalma a lehullott csapadéktól, annak időszakától, a lecsapolási lehetőségtől és a sódinamika uralkodó irányától függően változik. A sok csapadék csökkent a talajvíz sókoncentrációját és felemeli ennek szintjét. A mélybeugású csatornák – alacsony vízszinttartás esetén – megcsapolják a talajvizet. E folyamat eredményeként – az évek során – a talajvizek sótartalma csökken, elsősorban a csatornák hatásterületén. Ez annak ellenére következik be, hogy a szikes talajok kilúgozódása miatt növekszik a talajvíz sótartalma. A vízrendezések hatására tehát nemcsak a szikes talajok, hanem az alattuk lévő talajvizek sótartalma is lassan csökken.

Ez a munka a T 023474. sz. OTKA téma keretében folyt.

Irodalom

- HARMATI I., 1959. Öntöző- és csapadékvizek vizsgálata a Duna–Tisza közén. I. A Duna-völgyi csatornarendszerben végzett vizsgálatok. Hidrológiai Közöny. 6. 452–458.
- HARMATI I., 1967. A Duna-völgy északi része komplex vízgazdálkodás megoldásának talajtani, hidrológiai, vízkémiai és talajhasznosítási alapjai. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság és VIZITERV részére készült tanulmány. Budapest.
- HARMATI I., 1996. Sós talajvízzel és belvízzel történő öntözés hatása a karbonátos szoloncsák talajokra a Duna-völgyben. Agrokémia és Talajtan. 45. 1–20.
- HARMATI I., 1999. A lecsapolások, a vízrendezések és az öntözés hatása a Duna-völgy szikes talajaira. OTKA Zárójelentés. Kézirat.
- HARMATI I., 2000. A vízrendezések hatása a Duna-völgy szikes talajaira. Agrokémia és Talajtan. 49. 369–382.
- HERKE S., 1962. A hidrológiai viszonyok a Duna–Tisza közti szikesek keletkezésében. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 21. 155–180.
- HERKE S., 1983. Szikes talajok javítása és hasznosítása a Duna-völgyben. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MOLNÁR B., 1999. A szikesedés és a víz kapcsolata a Duna–Tisza közén. Agrokémia és Talajtan. 48. 469–479.
- RÓNAI A., 1965. A magyar medencék talajvize. Magyar Állami Földtani Intézet. Bp.
- VÁRALLYAY GY., 1967. A dunavölgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai. Agrokémia és Talajtan. 16. 327–356.
- VÁRALLYAY GY., 1999. Szikesedési folyamatok a Kárpát-medencében. Agrokémia és Talajtan. 48. 399–418.

Érkezett: 2000. március 16.

Salt Content of Salt Affected Soils in the Danube Valley and of Their Groundwater

I. HARMATI

Cereal Research Institute, Szeged

Summary

Studies were made on the salt content and salt composition of solonchak, solonchak-solonetz and meadow solonetz soils in the Danube Valley and of their groundwater, and on similarities between them. Changes in the salt content of the groundwater were also investigated.

The results of analyses carried out at 10 characteristic locations on salt affected areas in the northern, central and southern parts of the Danube Valley led to the following conclusions:

– The mean salt content of the 100 cm profile of the salt affected soils fluctuated over a wide range (160–620 mg/100 g), depending on the type of soil and the dominant direction of salt dynamics. The greater part of the salt content consists of NaHCO_3 , with smaller quantities of NaCl and Na_2SO_4 . The Na % of the total cation equivalent determined from a 1:5 soil:water extract was over 90% for solonchak soils, 80–90% for solonchak-solonetz soils and 60–70% for meadow solonetz soils, depending partly on the Ca^{2+} and to a greater extent on the Mg^{2+} quantities. The $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ % of the total anion equivalent ranged from 53–80%, and this depended not so much on the type of soil, as on the dominant direction of salt dynamics and on local conditions. The mutual ratio of Na_2SO_4 and NaCl was characteristic of the site, the former being greater in the northern parts of the Danube Valley and the latter in the southern parts. In the southern region the Cl^- eq. was nearly 40%.

– The salt content of the groundwater under salt affected soils exceeded the mean salt concentration of the aqueous extract of the 100 cm soil profile to a greater or lesser extent, with very few exceptions, fluctuating over an even wider range (2700–10,000 mg/l). The salt content and composition of the groundwater depended decisively on that of the soil above it and on the dominant direction of salt dynamics, and was also strongly influenced by drainage possibilities.

There were also differences in composition between the salt contents of the soil and the groundwater. The salt content of the groundwater consisted almost entirely of Na salts, in which the proportion of NaCl and Na_2SO_4 was greater than in the soil. The Na⁺ % of the total cation equivalent was greater than 90% for all types of salt affected soils. The $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ anion eq. % was also greater than in the soil. This indicates that the leaching process is dominant. In the southern part of the Danube Valley the quantity of NaCl in the groundwater exceeds that of Na_2SO_4 and the Cl^- eq. is greater than 50%.

– It could be seen from studies on the salt content and salt composition of the groundwater that changes in the salt content of the groundwater depended on the amount and distribution of rainfall, on drainage possibilities and on the dominant direction of salt dynamics. Heavy rainfall reduces the salt concentration of the groundwater and raises the water level. Deeply dug drainage canals drain the groundwater if

the water level is kept low. As a result of this process the salt content of the groundwater has decreased over the years, especially in areas affected by the drainage system. This has taken place despite the fact that the leaching of the salt affected soils increases the salt content of the groundwater. Soil water management has thus resulted in a slow decline in the salt content not only in salt affected soils, but also in the groundwater below them.

Table 1. Salt content of salt affected soils (T) and groundwater (Tv) in Szunyogpuszta. (1) Material analysed. (2) Salt content. a) Not analysed. *Remarks:* me % = meq %. Units: soil (T) = mg/1000 g; groundwater (Tv) = mg/1000 ml.

Table 2. Salt content of salt affected soils (T) and groundwater (Tv) in the vicinity of Kunszentmiklós (K. 10., K. 10/a., K. 12.) and Akasztó (A. 18., A. 19.). (1) Material analysed. (2) Salt content. *Remarks:* See Table 1.

Table 3. Changes in the salt content of the groundwater under salt affected soils in Kunszentmiklós and Akasztó. (1) Sampling date. a) Mean. (2) Salt content, mg/l.

Table 4. Changes in the groundwater at the Fülöpszállás Experimental Station („A” and „B” Area) (mean of 3 wells). (1) Sampling date. a) Mean. (2) Salt content, mg/l.

Fig. 1. Changes in the salt content of the groundwater at the Experimental Station in Szunyogpuszta. (1) Szunyogpuszta I (mean of 7 wells). (2) Salt content mg/l. (3) Szunyogpuszta II (mean of 9 wells). a) Salt content, mg/l; b) Na⁺ equivalent %; c) CO₃²⁻+HCO₃⁻ equivalent %.