

A használt hévíz szikkadásának talaj-degradációban betöltött szerepe

Balog Kitti¹ - Farsang Andrea² - Czinkota Imre³

^{1,2} Szegei Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722. Szeged, Egyetem u. 2-6.,

³Szent István Egyetem, Talajtani és Agrokémiai Tanszék, 2103, Gödöllő, Páter K. u. 1

¹kit@earth.geo.u-szeged.hu, ²farsang@geo.u-szeged.hu, ³czinkota.imre@mkk.szie.hu

Kivonat:

Hazánkban a kedvező geotermikus adottságok miatt fokozott a hévíz-kitermelés. A balneológiai hasznosítás után szennyvízzé váló hévíz kezeléséről gondoskodni kell. Munkánkban a Cserkeszölő határában fekvő földmedrű csatornában szikkadó hévizek potenciális szikesítő és talajdegradáló hatásával foglalkozunk, kiemelt tekintettel a Na⁺ hatására. Különböző talajtípusokon (csernozjom, phaeozem, planosol) a Na_s% és az ionösszetétel szelvény menti változása, valamint Na⁺-adszorpcióis izotermák segítségével mutatjuk be a talajtani hatást.

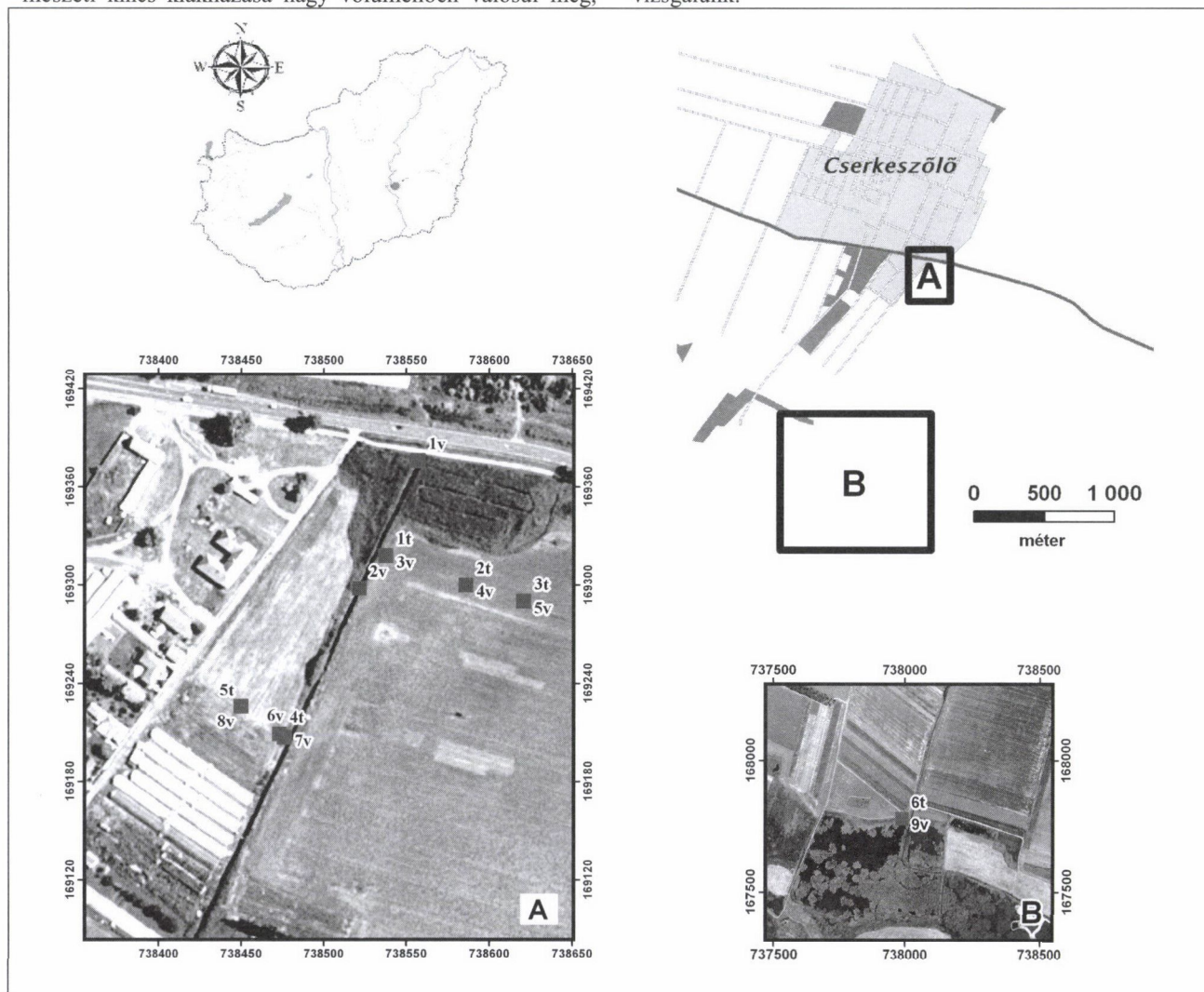
Kulcsszavak:

használt hévíz, Na⁺, talaj degradáció, szikesedés.

1. Bevezetés

Magyarország gazdaságosan kitermelhető hévíz-rezervoár tekintetében kedvező helyet foglal el az európai országok sorában. Területének 2/3 része alkalmas hévíz kinyerésre. A geotermikus gradiens értéke magas, ami a Kárpát-medencében elkeskenyedő földkéreg és a medencét kitöltő összletek jó hővezető képessége miatt alakul ki (Pálfi, 2007; Sandiford et al, 1998; Kovács et al. 2007). Ezen természeti kincs kiaknázása nagy volumenben valósul meg,

felhasználása is igen sokrétű: balneológia, ásványvíz, ivóvíz, fűtő közeg vagy technológiai víz, települési melegvíz szolgáltatás, stb. (Árpási, 2003). Munkánkban a balneológiai felhasználás után visszasajtolásra alkalmatlanná vált csurgalék-hévíz szikkasztásos kezelése során fellépő problémákkal foglalkozunk, amelyeket a talajvíz és a mintaterületen megtalálható 3 különböző talajtípus vonatkozásában vizsgálunk.



2. Mintaterület

A cserkeszölői mintaterület (1. ábra) a Tiszazug kistájhoz tartozik. 83-95 mBf magasságú, ártéri szintű hordalékú síkság. Cserkeszölő környékén holocén öntésképződmények a jellemzők. Meleg, száraz éghajlatú terület. Évi középhőmérséklete 10,2-10,4 °C, ariditási indexe 1,3 körüli. Az évi csapadék az 550 mm-t sem éri el. A jellemző talajvíz

szintek 4 m mélységben vannak. Kémiai jellegét tekintve kalcium-magnézium-hidrokarbonátos talajvíz a jellemző (Pécsi, 1990). A terület talajtípus szempontjából igen mozaikos. A mintaterületen három fő talajtípus, a nemzetközi talajosztályozási rendszer alapján besorolva: Chernozem (1 t, 2 t és 3 t /kontroll/ mintapont), Phaeozem (4 t és 5 t /kontroll/ mintapont) és Planosol (6 t mintapont) található (FAO-

IUSS-ISRIC, 2006). A környező területek mezőgazdasági hasznosításban állnak (Pécsi, 1990) Cserkeszőlő határában a földmedrű csatorna teljes hosszában, mintegy 9,5 km hos-

szan történik a használt hévíz szikkadása. A hűtő szerepét egy eredetileg szikes területen lévő "Fertő" látja el (**I. B ábra**). A csatornából a csurgalékvíz végül a Körösbe jut.

1. táblázat: A cserkeszőlői vizsgált terület mintapontjainak leírása (talajtani besorolás WRB, 2007 alapján, FAO-IUSS-ISRIC, 2006)

Minta-szám	GPS koordináták		Jellemzők
	x	y	
1 v	738557	169376	Termálvíz a földcsatornába folyáskor
2 v	738522	169298	A földcsatorna csurgalék vize a termálvíz befolyástól 75 m-re
1 t, 3 v	738538	169318	Calcic Luvic Chernozem (Siltic) talajfurat a csatornamedertől 10 m-re, és a hozzá tartozó talajvíz
2 t, 4 v	738586	169300	Calcic Luvic Chernozem (Anthric, Siltic) talajfurat a csatornamedertől 25 m-re, és a hozzá tartozó talajvíz
3 t, 5 v	738621	169290	Calcic Luvic Chernozem (Anthric, Siltic) talajfurat a csatornamedertől 50 m-re (kontroll), és a hozzá tartozó talajvíz
4 t, 6 v	738473	169209	Endosalic Calcic Luvic Phaeozem (Siltic) talajfurat a csatornamedertől 10 m-re, és a hozzá tartozó talajvíz
7 v	738476	169207	A földcsatorna csurgalék vize a termálvíz befolyástól 360 m-re
5 t, 8 v	738450	169226	Endosalic Calcic Luvic Phaeozem (Anthric, Abruptic) talajfurat a csatornamedertől 50 m-re (kontroll), és a hozzá tartozó talajvíz
6 t, 9 v	737990	167781	Vertic Endosalic Calcic Planosol (Albic, Siltic) talajfurat a csatornamedertől 50 m-re, és a hozzá tartozó talajvíz

3. Módszerek

3.1. Mintázási módszer

Cserkeszőlőn a mintavételre 2008 októberében került sor (**I. ábra, I. táblázat**). A mintavételi pontok térbeli helyének megválasztásakor célunk volt, hogy a csatornában folyó víz minőségi változásait a csatorna mentén megfigyelhessük, valamint hogy azok hatását vertikálisan és horizontálisan is kimutathassuk. Tehát a csatorna különböző szakaszain, s a csatornamedertől távolodva is vettünk mintákat. Ezek a változások az adott szakaszok melletti talaj- és talajvíz mintákból vizsgálhatók. Továbbá a csatornától egyre távolodó mintapontok segítségével behatárolható a csatornában szikkadó hévíz talajra gyakorolt hatásának határa. A mintapontok a vizsgált területen megjelenő talajváltozatok sokféleségét is tükrözik, hogy a talajtípus-különbségekből adódó, szikkadás hatására bekövetkező változások jellegzetességei összehasonlíthatók legyenek. A mintavétel során a használt hévíz, a csatornában folyó víz, a talajvíz illetve a talaj vizsgálatára került sor. A talajfuratokat minden esetben a talajvízig mélyítettük Eijkelkamp-fúró segítségével, majd 20 cm-enként mintáztuk. A talajvízből a nyugalmi vízszint beállta után vettünk mintát.

3.2. Laboratóriumi módszerek

A minta-előkészítés után a **2. táblázatban** olvasható paraméterek laboratóriumi vizsgálatára került sor. Az alapvizsgálati paramétereken túl a szikesedést indikáló jellemzők meghatározása történt meg. A kation és anion összetétel vizsgálatához a talajkivonatokat TEHTNICA 403 EVT horizontális körforgó rázógéppel készítettük elő. Ezután 4 µm-es lyukátmérőjű Filtrak szűrőpapíron átszűrtük. A kation összetételt 1:20 arányú ammónium-laktátos talajkivonatból (MSZ 20135:1999 4.1.3., 4.2.1) Atomabszorpciós és Emisziós Lángfotometriával (AAS) határoztuk meg. Az anion összetételt 1:5 arányú desztillált vizes kivonatból mértük meg kézi titrálással. Az ionprofilok és a Na⁺-adszorpciós izotermák ábrázolásához a talajmintákból az anion-vizsgálatokhoz történő előkészítéshez hasonló módon 1:5 arányú desztillált vizes kivonatot készítettünk, majd Induktív Csatorlású Plazma Optikai Emisziós Spektrometria (ICP-OES) módszerével megmértük a kation koncentrációkat.

A Na⁺-adszorpciós izoterm méréséhez különböző koncentrációjú NaCl oldatokat alkalmaztunk: 200, 400, 500, 600, 800, 1000 mg/l Na⁺ tartalommal. Ezeket az oldat-koncentrációkat a mintaterületre ható vizek már ismert Na⁺-tartalm alapján választottuk ki. A kísérletbe bevont talajminták a csatornához közeli talajfuratok minden egyes szintjét

reprezentáltak. A mérés előkészítéseként 5 g talajhoz (adszorbens) adtunk 100 ml NaCl oldatot. Minden egyes talajmintát párhuzamosan a fent bemutatott 6 különböző oldat-koncentrációval kezeltünk. Az így keletkezett talaj-szuszpenziókat 3 órán keresztül rázattuk, ez alatt játszódott le az adszorpciós-deszorpciós folyamat, majd az egyensúly beállta után a fázisokat szűrővel választottuk szét. A szűrlet (adszorptívum) tartalmazta az egyensúlyi Na⁺ koncentrációt, amit a fentebb említett ICP technikával mértünk meg. A mérés eredményeként, az oldattérfogat (V), az adszorbens tömeg (m), a kezdeti (c₀) és az egyensúlyi (c_e) Na⁺ koncentráció ismeretében az egységnyi tömegre jutó adszorbeált Na⁺ mennyisége (q) számoltató:

$$q = (V / m) * (c_0 - c_e).$$

Ezután az egyensúlyi koncentrációt és a számolt egységnyi tömegre jutó adszorbeált Na⁺ mennyiséget, mint x és y tengelyeket alkalmazva ábrázolhatók az adszorpciós izotermák pontjai, melyekre Microcal Origin program segítségével módosított Langmuir izotermákat illesztettünk:

$$y = a * k * x / (1 + k * x) - q,$$

y: a felületi koncentráció (mg/g)

a: telítési felületi koncentráció (mg/g)

k: a kötési erőre jellemző állandó (dm³/mg)

x: egyensúlyi koncentráció (mg/dm³)

q: a felületen eredetileg levő koncentráció (mg/g).

A kísérlet háromszori ismétléssel valósult meg, az eredmények 23 °C-ra vonatkoznak.

4. Eredmények

Kutatásunk során a csurgalék hévíz szigetelés nélküli földcsatornában történő szikkadása kapcsán vizsgáltuk a környező talaj-talajvíz rendszerben megjelenő hatásokat. Ennek első lépéseként meghatároztuk a hévízben a kockázatos paramétereket. Majd azokat a folyamatokat, amiket ezen szennyezők indukálnak a talajvízben és a talajban.

A mintaterületről származó hévíz, talajvíz és felszíni csurgalék víz minták gyengén lúgos kémhatásúak, mind összes só tartalmuk, mind Na %-uk magas (**3. táblázat**).

Az öntözővizek minőségi kategorizálása során már megállapították, hogy 500-1000 mg/l összes só tartalmú víz képes só-felhalmozódást előidézni a talajban. Természetesen minden talajtípus esetén ezen koncentráció-tartomány más-más koncentrációjánál indul el a só felhalmozódási folyamat. Minden egyes vizsgált vízminta 500 mg/l-t meghaladó oldható só tartalommal bír. A használt hévíz szikkadás során a beszivárgási mélységtől függően tehát nemcsak a talaj, hanem a talajvíz só-tartalma is megváltozhat. A felszín

alatti vizek védelmében a határértékeket a 302/2008. (XII. 17.) Kormány Rendelet írja elő.

A hévízre vonatkozó megengedett maximális Na % tekintetében a magyar határérték a 28/2004. (XII. 25.) KvVM Rendeletben olvasható. Időszakos vízfolyásba, mint végleges befogadóba történő közvetlen bevezetése esetén, gyógyászati célú felhasználás után 95 %-ot ír elő. Ezt az értéket a hévíz, és a szigetelés nélküli földcsatornában folyó hévíz eredetű csurgalék víz is meghaladja. Emellett a talajvíz Na % értékei is igen magasak. A talajvíz sótartalmában és Na⁺ tartalmában megfigyelhető jelentős növekedés az alsó csatorna-szakaszra jellemző, ez egyben más genetikai talajtípust is jelez (felső szakasz: csernozjom, alsó szakasz: phaeozem).

2. táblázat: A laboratóriumban mért paraméterek összefoglalója

	Talajminták	Szabványok	Műszerek és mérési technológia	
pH	pH (H ₂ O)	MSZ-08-0206-2: 1978 2.1., MSZ 21470-2:1981 5	WTW inoLab pH 720	
Összes só tartalom	Összes só tartalom	MSZ-08-0206-2: 1978 2.4	OK-104 konduktométer	
kation összetétel (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺)	kation összetétel (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺)	K ⁺ : MSZ 20135: 1999. 4.1., 4.2., 5.3., 6.,	Perkin Elmer 3110 Flame AAS,	
		Na ⁺ : MSZ-08-0213-1: 1978 2.1.3, MSZ-08-0213-2: 1978 1.8,		
		Ca ²⁺ : MSZ-08-0213-1: 1978 2.1.3., MSZ-08-0213-2: 1978 1.6.1,		Perkin Elmer OPTIMA 7000 DV ICP-OES
		Mg ²⁺ : MSZ-08-0213-1: 1978 2.1.3., MSZ-08-0213-2: 1978 1.7.1		
anion összetétel (Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻)	anion összetétel (Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻)	CO ₃ ⁻ , HCO ₃ ²⁻ : MSZ 448/11-86,	Kézi titrálás, Helios Gamma UV-VIS Spektrofotométer	
		Cl ⁻ : MSZ 448/15-82,		
		SO ₄ ²⁻ : Krawczyk (1997) alapján		
Na% ¹ (számolt)	Na _S % ³ (számolt)			
SAR ² (számolt)	SAR ² (számolt)			
	CaCO ₃ tartalom	MSZ-08-0206-2: 1978 2.1	Scheibler-féle kalcimeter	
	Na ₂ CO ₃ tartalom	MSZ-08-0206-2: 1978 2.3	Kézi titrálás	
	Humusz tartalom	MSZ 21470-52: 1983 2.	Helios Gamma UV-VIS Spektrofotométer	
	Textúra	MSZ-08-0205: 1978 5.1., 5.2	Arany-féle kötöttség	
	Porozitás		Állandó víznyomás módszerével	
	Térfogattömeg		Gravimetria	

¹Na%: a vizek szikesítő hatását indikáló paraméter, a Na⁺ túlsúlyát fejezi ki a többi kicserélhető kationhoz képest:

$$Na \% = (c_{Na} / (c_{Ca} + c_{Mg} + c_{Na} + c_{K})) * 100.$$

²SAR: A víz szikesítő hatásának kifejezésére külföldön a nátrium adszorpció arányt (Sodium Adsorption Rate=SAR) használják: SAR=

$$c_{Na} / ((c_{Ca} + c_{Mg}) / 2)^{0.5}$$

³Na_S%: a talajok szikeségi állapotát jellemzi, a Na⁺ -mint kicserélhető bázis- mennyiségét mutatja az S-érték %-ában, Na_S% = (Na (mgeé/100g)/S-érték (mgeé/100 g))*100

(S-érték: a kicserélhető bázisok összes mennyisége 100 g talajra vonatkoztatva, S=(Ca²⁺+Mg²⁺+Na⁺+K⁺) mgeé/100 g.)

(Filep-Füleky, 1999.)

3. táblázat: A cserkészői vízminták fő vizsgálati paraméterei

Vízminta típus	Termákvíz	Felszíni csurgalék víz	Talajvíz	Talajvíz	Talajvíz	Talajvíz	Felszíni csurgalék víz	Talajvíz	Talajvíz
Mintaszám	1 v	2 v	3 v	4 v	5 v	6 v	7 v	8 v	9 v
pH	7,94	7,98	7,83	7,95	8,08	8,27	8,15	8,12	8,58
Összes só (mg/l)	874	867	1248	1913	1768	3032	863	2431	2061
CO ₃ ²⁻ (mg/l)	0	5,21	0	69,04	44,29	50,08	26,71	67,74	54,71
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	662,22	647,65	838,37	741,68	803,93	1239,67	1286,69	704,60	1158,88
Cl ⁻ (mg/l)	120	128	170	466,4	406,4	554,4	49	593,6	249,6
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	3,91	5,75	53,13	78,96	69,35	246,11	8,82	153,99	75,47
Ca ²⁺ (mg/l)	1,27	1,40	358,70	376,30	364,30	8,86	1,11	335,50	304,90
K ⁺ (mg/l)	6,04	6,77	5,60	4,31	2,96	2,20	11,88	2,73	3,89
Mg ²⁺ (mg/l)	1,55	1,63	97,55	156,40	5,61	11,14	1,46	73,50	27,83
Na ⁺ (mg/l)	573,90	518,60	489,10	632,50	633,30	634,40	428,30	633,70	634,50
Na%	98,48	98,14	51,44	54,08	62,94	96,62	96,74	60,62	65,34
kémiai típus	Mg-Na-HCO ₃	Mg-Na-HCO ₃	Ca-Na-HCO ₃	Ca-Na-HCO ₃	Ca-Na-HCO ₃	Mg-Na-HCO ₃	Mg-Na-HCO ₃	Ca-Na-HCO ₃ -Cl	Ca-Na-HCO ₃

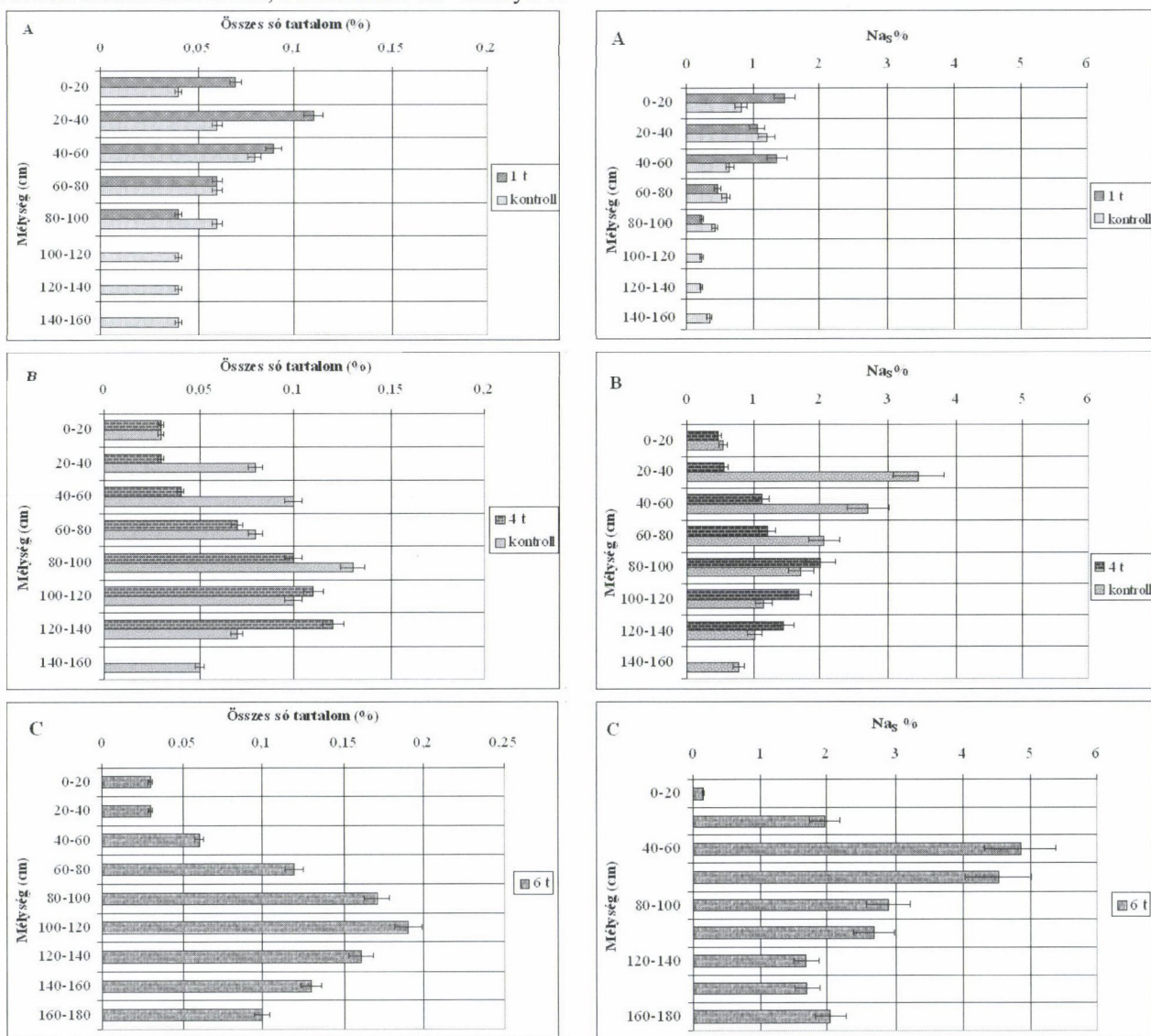
A fentiek alapján megállapítható, hogy a hévíz talajokra gyakorolt hatása kapcsán a sók és a Na⁺ szerepe emelhető ki. A továbbiakban a mintaterület Chernozem, Phaeozem és Planosol talajtípusaiban bekövetkező változásokat tárgyaljuk a talajok sóprofiljain, Na_S% profiljain és Na⁺-adszorpci-

ós izotermáin keresztül. Mindhárom talajtípus esetén megfigyelhető só-felhalmozódás a szikkasztó csatorna környezetében (2. ábra), ugyanis a szelvényekben az összes oldható só tartalom a 0,05 tömeg %-ot meghaladja. A csatorna felső szakaszán a csernozjom talajban a só-felhalmozódási

maximum az A-szintben figyelhető meg. Ezzel szemben a csatorna alsó szakaszán a Phaeozem talajban a C-szintre tehető, közvetlenül a talajvíz tükör fölötti talajrégióra. Tekintve, hogy itt a talajvíznek nagyon magas a sókoncentrációja (2431-3032 mg/l), megállapítható, hogy a só-felhalmozódást ebben a talajrétegben a talajvíz indukálta. Mivel azonban a csatornához közelebb vett talajvíz minta nagyobb sókoncentrációt mutat, mint a távolabbi kontroll, feltételezhetően a többlet só az állandóan utánpótlódó szikkadó hévíz sótartalmából származik. A hűtő funkcióját ellátó természetes „Fertő” melletti Planosol talajszelvény sómaximuma szintén a C-szintben figyelhető meg. A csatorna menti talajszelvényekben gyenge, míg itt közepesen erős a sófelhalmozódás.

További problémát jelenthet a talajra nézve a szikkadó víz kedvezőtlen ioneloszlása, a kicserélhető Na^+ túlsúlya. A

talajok $\text{Na}_s\%$ -a utal a Na^+ többi kicserélhető kationhoz viszonyított megnövekedett arányára az adszorpciós komplexumon. A Na-sókból származó Na^+ képes lecserelni a kedvező talajtulajdonságokat kialakító Ca^{2+} -t, s a Na-só maradék anionja le is köti azt csapadékként kiválva, így már nem vesz részt a kationcsere reakciókban. Ennek következtében az ioncsere folyamat egyirányúvá, irreverzibilissé válhat, s a talaj fizikai leromlása megindul, amit csak aktív és költséges talajjavító beavatkozásokkal lehet megállítani (Filep, Füleki 1999). Akkor válik reálissá a talajszikesedés kockázata, ha a $\text{Na}_s\%$ meghaladja az 5 %-ot. Ez egyik talajtípus esetén sem figyelhető meg (2. ábra). Egyedül a Planosol szelvényben tapasztalhatunk 5 %-ot megközelítő értéket a B-szintben. Tehát ezen a mintaterületen szikesedéssel még nem kell számolnunk.



2. ábra: A: Calcic Luvic Chernozem (Siltic), B: Endosalic Calcic Luvic Phaeozem (Siltic), C: Vertic Endosalic Calcic Planosol (Albic, Siltic) talaj só és $\text{Na}_s\%$ profiljai

Az anionok és kationok szelvény menti eloszlásai azt mutatják, hogy a Na^+ van a legmagasabb koncentrációban jelen a kationok között, és ez az az ion, amely koncentrációjának a legnagyobb része van mozgékony formában jelen mind a 3 szelvényben (3. ábra). A Na^+ eloszlása a szelvény mentén változik a csatorna különböző szakaszain, mert az ionmaximum a felső szakaszon, a csernozjom szelvény A-

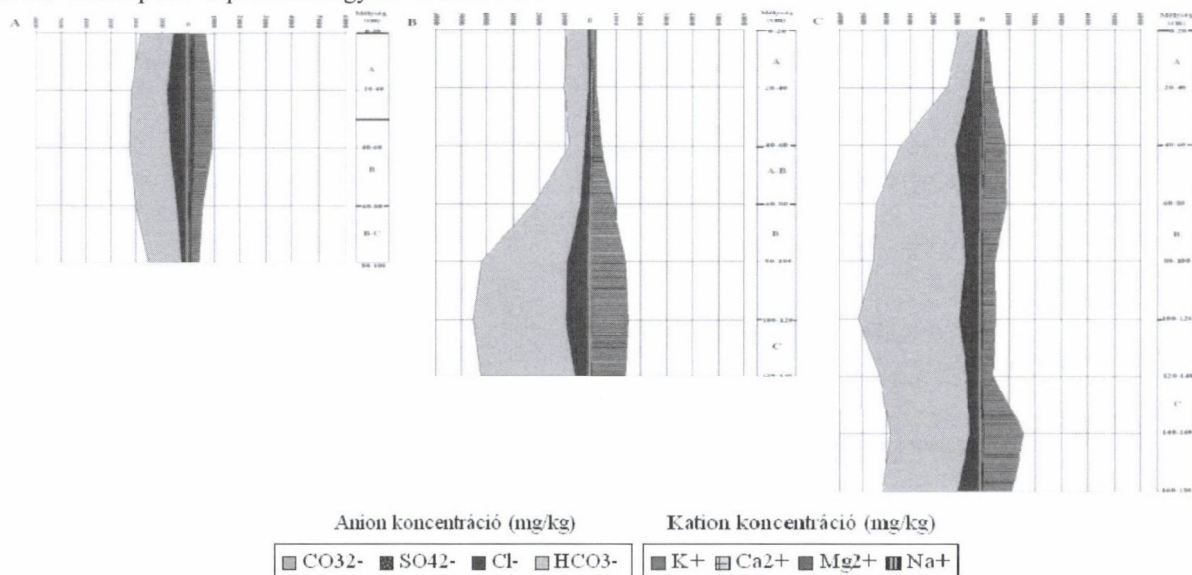
szintjében van, az alsó szakaszon pedig a Phaeozem szelvény C-szintjében, épp úgy, mint a hűtő melletti Planosol talajban. A Na^+ koncentrációja egyre növekszik a csatorna folyásirányának mentén. Tehát az alsóbb csatorna szakaszon több az oldható Na-só és a talajoldatban lévő szabad, és adszorpcióra váró Na^+ .

Az anionok között a HCO_3^- játszik fontos szerepet (3. ábra). Emellett kisebb mennyiségben SO_4^{2-} és Cl^- jelenik meg. A CO_3^{2-} mennyisége igen alacsony, nem is mutatható ki mindegyik mintában. Ennek oka lehet, hogy a desztillált vizes kioldás során a kevésbé oldódó CaCO_3 -ból és CaMgCO_3 -ból csak kis mennyiségben kerültek oldatba a CO_3^{2-} ionok. Ez magyarázhatja a kationok között a Ca^{2+} és a Mg^{2+} csökkent szerepét is. A könnyen oldódó Na_2CO_3 -ból oldatba kerülő CO_3^{2-} a vízben H^+ -nal találkozva HCO_3^- -t alkot. Emellett a mintaterületen a talajvízből és a hévízből is kerülnek HCO_3^- ionok a talajba. Ezen folyamatoknak köszönhető az említett anion dominanciája, melynek eloszlása a felső szakaszon közel egyenletes, míg az alsóbb szakaszon a maximumok a B vagy a C-szintben mutatkoznak.

A csatorna környéki talaj további Na^+ -adszorpciós képességének becslése érdekében modellkísérlet keretein belül adszorpciós izotermákat szerkesztettünk (4. ábra). Vizsgáltuk, hogy különböző Na^+ -oldat koncentrációk esetén hogyan alakul az adszorpció, s hogy a különböző talajszelvényekben milyen Na^+ koncentrációnál kezdődik meg az adszorpció. Ennek segítségével megadható, hogy egy későbbi esetleges Na^+ -koncentráció növekedésénél vagy csökkenésénél a területen milyen folyamatok játszódnak le.

A 4. A ábrán jól látható, hogy a csernozjom talaj szintjének Na^+ -adszorpciós kapacitása nagyon hasonló. Az A és

B-C szintben 400 mg/l körüli Na^+ -koncentráció felett játszódik le adszorpció. Ugyanez a B-szintben 500 mg/l-es oldat-koncentráció felett történik, mert a szelvény B-szintjében van a Na^+ adszorpciós maximuma (2. ábra), így csak nagyobb oldatkonzentráció képes további adszorpciót előidézni. Ez alatt az oldatkonzentráció alatt a talaj adszorpciós helyein eddig kötött Na^+ -jai távoznak a felületről, tehát deszorpció történik. Phaeozem talaj esetén (4. B ábra) a szintekre jellemző adszorpciós izotermák szétváltnak. Meredekségük azonos, azonban az egységnyi tömegre jutó megkötött Na^+ mennyisége változik. Az A-szint képes a legnagyobb mértékű ion-megkötésre, hiszen ebben a szintben eleve nagyon kicsi a szelvény Na^+ -telítettsége, így minden egyes alkalmazott Na^+ -oldat koncentráció esetén adszorpciót mutatott. A C-szint, ahol a szelvény Na^+ -telítettsége nagyobb mértékű volt, minden kezelésre deszorpcióval reagált. Tehát a Phaeozem szelvényben a feltalajtól a talajképző közet felé haladva a Na^+ -adszorpciós képesség folyamatosan csökken. A Planosol talaj esetén (4. C ábra) az A-szintben várható adszorpció, a B- és C-szintben deszorpció játszódik le. Ebben a szelvényben tapasztalható a legnagyobb különbség a feltalaj és az altalaj adszorpciós képessége között. Ez az a szelvény, mely $\text{Na}_s\%$ profilja alapján a legközelebb áll a szikessé váláshoz.



3. ábra: A: csernozjom, B: Phaeozem, C: Planosol talaj ion-profiljai a csatorna mentén

Összességében a szelvényekről elmondható, hogy ott tapasztaltunk deszorpciót vagy csökkent adszorpciót, ahol a szelvényben eredetileg a Na^+ maximuma volt megfigyelhető. A talajszintek közötti adszorpciós különbségek párhuzamban állnak a szintek közötti $\text{Na}_s\%$ különbségekkel. Az eredetileg várt telítési görbét egyik talajtípus szelvénye sem mutatta, helyette lineáris összefüggést kaptunk. Ez jelzi, hogy a telítési görbe lineáris szakaszát tártuk fel a kísérlettel. Megállapítható, hogy ha a mintaterületen a kísérletben maximális koncentrációként választott 1000 mg/l Na^+ -tartalmú vizek hatnának, akkor sem következne be a talaj adszorpciós felületének telítődése, tehát nem mutatkozna szikésedés a csatorna környéki területen.

5. Összegzés

Összességében megállapítható, hogy a magas só tartalommal és Na^+ aránnyal rendelkező használt hévíz szikkadása során a csatorna környezetében a talajvíz szintjének megemelése, sótartalmának és Na^+ tartalmának megnö-

velésével egy, a természetben nem tapasztalható, ember által előidézett szituációt teremt, ami lehetőséget nyújt a talaj szikésedésére. A mintaterületen jellemző csernozjom, Phaeozem és Planosol talajok esetén egyaránt megfigyelhetőek voltak a só-felhalmozódás jelei, azonban a Na^+ -hatásra kialakuló szikésedés jegyei még nem. Az utóbbi jövőbeni hatását modellkísérlet alapján szerkesztett Na^+ -adszorpciós izotermák segítségével vizsgáltuk, s bizonyítottuk, hogy a mintaterületen a vizek Na^+ -tartalmának jelentős növekedése esetén sem következik be káros mértékű talaj-degradáció.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Fábrián Tamásnak a mintázásban, Ladányi Zsuzsannának a mintaterület térképes megjelenítésében, Fekete Istvánnak pedig a laboratóriumi munkák során nyújtott segítségért.

Irodalom

- Árpási M. 2003. Geothermal development in Hungary, Country update report 2000–2002, Geothermics 32 (2003) 371–377
 Filep Gy., Füleky Gy. 1990. Ionadszorpció és ioncsere 104–112. o. in Stefanovits Pál (szerk.), Mezőgazda Kiadó, Budapest

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), IUSS (International Union of Soil Sciences), ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) 2006. (the first update 2007) World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication, Rome, Italy, pp.128. ISBN: 92-5-105511-4. (<http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/wrb2006final.pdf>).

Kovács, B., Szanyi, J., M. Tóth, T., Vass, I. (2007): Geothermal heat potential of Hungary with special regards to high enthalpy basement. A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, 72., 81-94.

Krawczyk, W. E. 1997. Manual for karst water analysis, International journal of speleology, Handbook 1, Physical Speleology 26-27

Pálfai I. 2007. Magyarország vízkészletei és hasznosításuk a mezőgazdaságban és a vidékfejlesztésben, Hidrológiai Közöny, 2007. 87. évf. 4. sz. 38-40. o.

Pécsi M. 1990 Magyarország kistájainak katasztere I. kötet 200-203. o. in Marosi Sándor – Somogyi Sándor (szerk.) MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, MTA Sokszorosító, Budapest

Sandiford, M., Hand, M., McLaren, S., 1998. High geothermal gradient metamorphism during thermal subsidence, Earth and Planetary Science Letters 163 (1998) 149-165

28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól, 34. fejezet

302/2008. (XII. 17.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet módosításáról MSZ-08-0206-2:1978 2.1, 2.3, 2.4.

MSZ-08-0213-1:1978 2.1.3 - MSZ-08-0213-2:1978 1.6.1, 1.7.1, 1.8. MSZ 448/11-86 - MSZ 448/15-82 - MSZ 20135:1999 4.1., 4.2., 5.3., 6. MSZ 21470-2:1981. 5.- MSZ 21470-52: 1983 2. MSZ-08-0205:1978. 5.1., 5.2

A kézirat beérkezett: 2010. július 31

	Endosalic Calcic Luvic Phaeozem (Siltic)			
	A szint	A-B szint	B-szint	C-szint
Chi ²	99,22	147,55	119,85	120,97
R ²	0,74	0,61	0,74	0,66
a	1966,94	1363,81	17702,16	27356,53
k	0,00076	0,001	0,00009	0,00005
q	8,49	16,35	58,02	93,95

	Vertic Endosalic Calcic Planosol (Albic, Siltic)		
	A-szint	B-szint	C-szint
Chi ²	88,42109	151,87222	139,80143
R ²	0,77303	0,715	0,59544
a	37376,91	111853,84	139075,08
k	0,00004	0,00002	0,000008
q	8,11	119,54	127,43

	Calcic Luvic Chernozem (Siltic)		
	A-szint	B-szint	C-szint
Chi ²	128,97	31,89	153,4
R ²	0,67	0,86	0,71
a	229,42	1306,73	25112,38
k	0,00915	0,00094	0,00007
q	33,47	27,68	28,39

4. ábra: A: csernozjom, B: Phaeozem, C: Planosol talaj Na⁺-adszorpciós izotermái

Role of waste thermal water seepage in soil degradation

Balog, K. – Farsang, A. – Czinkota, I.

Abstract: In Hungary, thermal water exploitation has increased due to the favorable geothermal conditions. After balneotherapy utilization, thermal water becomes sewage water of which treatment has to be provided. In our work, seeping thermal water in unlined ground channel locating on the outskirts of Cserkeszőlő was investigated from the viewpoint of potential salinization/sodification and soil degradation effect, special regard to the impact of Na⁺. Effects on different soil types (Chernozem, Phaeozem, Planosol; WRB, 2007) are presented with the help of alterations in Na_s% and ion composition along the profiles as well as Na⁺-adsorption isotherms.

Keywords: aste thermal water, Na⁺, soil degradation, salinization.

BALOG KITTI 2007-ben végzett környezetkutatóként a Szegedi Tudományegyetemen. Jelenleg Földtudományi Doktori képzés keretein belül a SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai tanszékén a termásvíz szikkasztás környezeti és talajtani hatásaival foglalkozik.

FARSANG ANDREA 1991-ben a József Attila Tudományegyetemen matematika-földrajz-számítástechnika szakos középiskolai tanári, majd ezt követően a gödöllői Szent István Egyetemen okleveles talajtani szakmérnöki diplomát szerzett. 1991-től az SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai tanszékén dolgozik, jelenleg egyetemi docens. Ph.D. disszertációját „A talaj nehézfém tartalmának térbeli eloszlása mátrai mintaterületen, különös tekintettel az antropogén terhelésre” címmel 1997-ben védte meg. 1998-tól kutatási tevékenysége az alábbi tématerületek köré csoportosul: a feltalaj elemtartalmának térbeli modellezése, a víz- és szélerezio okozta tápanyagvesztés becslése csernozjom talajokon, városi talajok, valamint a fitoremediáció talajtani hátterének kutatása. Eddigi publikációinak száma 109. Független idézetek száma 89. Összesített impakt faktora 4,089.

CZINKOTA IMRE 1982-ben szerezte első diplomáját az Eötvös Lóránd Tudományegyetem fizika-kémia szakán, majd 1991-ig a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen talajtant és talajkémiai tanult. Doktori éveit ugyanitt töltötte. Fokozatát 1998-ban szerezte növénytermesztési és kertészeti tudományokból. 1985 és 1993 között kutatómérnökként tevékenykedett. 1992-ben Hollandiában, 1995-ben az Egyesült Államokban végzett kutatói munkát. Jelenleg a Szent István Egyetem Talajtani és Agrokémiai Tanszékének docense. Kutatási területe kiterjed a talajkémia, talaj fizikai-kémia, környezeti kémia, agrárműszaki tudományok, számítógépes modellezés, környezettudományok szakterületeire. Eddigi publikációinak száma 72. Összesített impakt faktora 11,26.

