Összefüggés a talaj sótartalma és egyes földtani tényezők között a hortobágyi „Nyírőlapos" mintaterületen
I. Általános földtani jellemzés, a felszín alatti rétegek kalcittartalma és pH értéke

TÓTH TIBOR és KUTI LÁSZLÓ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete és Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

A szikes talajok gyakran változatosak, és ez a változatosság közel-természetes viszonyok között eltérő növényzetű foltok jelenlétét, a mezőgazdasági táblákon belül pedig egyenetlen növényfejlődést eredményez. A változatosság természetes körülmények között kedvezhet számos állat- és növényfaj előfordulásának, de a mezőgazdasági területek használatát megnehezíti, mivel nem engedi meg egyöntetű agrotechnika alkalmazását. Ilyen területen a talajok változatosságának vizsgálata ugyanakkor felvilágosítást nyújthat a talajképző tényezők viszonylagos fontosságáról.

A talajok sófelhalmozódásának folyamata elvileg és gyakorlati részleteiben is jól ismert, amit a leírására készített számítógépes programok sokasága is jelez (UNSATCHEM: SIMUNEK & SUAREZ, 1994; LEACHM: WAGENET & HUTSON, 1987; DRAINMOD: ABDEL-DAYEM & SKAGGS, 1990; SALTMOD: OOSTERBAAN & ABU SENNA, 1990). Ezen modellek elsősorban öntözött területek sóforgalmának előrejelzésére készültek és tapasztalatunk szerint kevéssé alkalmasak a változatos természetes ökoszisztémák jellemzésére, mert ez utóbbiakon – ellentétben az öntözött táblákkal – a felszín nem egyenletes, következésképpen a talaj víz- és sóforgalma laterálisan változó (TÓTH & BLASKÓ, 1998).

A hazai szikes talajok sófelhalmozódási folyamatait számos közlemény tárgyalja, többnyire a Kárpát-medence, földrajzi körzetek és vízgyűjtők térléptékében taglalva a folyamatokat, de nem a legelőtagok, vagy mezőgazdasági táblák térléptékében. A toposzekvencia jelentőségét hangsúlyozta KREYBIG és ENDRÉDY (1935), a felszín alatti rétegek szerepéről értekezett 'SIGMOND (1927) és SCHERF (1935). A sófelhalmozódás többoldalú, általános tárgyalását ENDRÉDY (1941) és DARAB (1967) végezte el. Bár az utóbbi évtizedekben világszerte nagyszámú dolgozat jelent meg a sófelhalmozódás többszempontú értelmezéséről (csak Észak Dakotában ROSEK & RICHARDSON, 1989; SEELIG &

* A Magyar Talajtani Társaság és a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai Szakosztálya által szervezett „A szikesedés aktuális problémái" című előadóülésen (MÁFI, Budapest, 1997. december 8.) elhangzott előadás anyaga

RICHARDSON, 1994; SEELIG et al., 1990; ARNDT & RICHARDSON, 1988), a földtani tényezőknek a talajok sófelhalmozódási folyamatainak szempontjából vett jelentőségét célzott terepi vizsgálatokban mintegy 50 éve nem vizsgálták hazai talajkutatók. Ezért tartjuk hézagpótlónak munkánkat, mert kis terület részletes vizsgálata alapján jellemezzük a talajok sótartalma és az egyes földtani tényezők közötti összefüggést. A levont következtetések várakozásunk szerint részben átvihetők hasonló kiterjedésű egyéb tiszántúli szolonyeces területekre.

A sófelhalmozódás földtani tényezői között az első helyen kell említeni a sóforrással kapcsolatos tényezőket, úgy mint a talajvíz sótartalmát (HENRY et al., 1985) és összetételét (TIMPSON & RICHARDSON, 1986; EUGSTER & JONES, 1979). A sónak a talajvízből a feltalajba való jutási sebessége a talaj és talaj alatti rétegek szemcseösszetételétől (GARDNER, 1960) függ döntő mértékben. A sóforrásnak a feltalajhoz képest vett távolságát a toposzekvencián elfoglalt helyzet (MCCLELLAND et al., 1959), illetve a vele összefüggő talajvízmélység mutatja meg (FULLERTON & PAWLUK, 1987).

E közlemény célja a mintaterületen a talajok sótartalombeli változatosságát előidéző és fenntartó fenti földtani tényezők és a feltalaj sótartalma közötti összefüggések feltárása volt. A többszörös összefüggéseket és a sótartalom becslését a kapcsolódó közleményben (TÓTH & KUTI, 1999) ismertetjük.

Anyag és módszer

Egy jellemzően változatos 800 x 300 m-es mintaterületet választottunk a Hortobágyi Nemzeti Park Nyírőlapos–Nyári járás terület délkeleti részén, a Debreceni-határcsatorna és az M33-as műút közötti szikes laposon. Ez a helyszín a tiszántúli szolonyec talajok klasszikus mintaterülete (a réti szolonyec tipikus szelvénygödre itt található (Excursions, 1965)). A vizsgálatok helyén hosszú idő óta folynak talajtani vizsgálatok.

Vizsgálatainkban kétféle adattípust alkalmaztunk: ismételt mérések alapján átlagolt talaj (0–40 cm) elektromos vezetőképesség értékeket (EC) és egy alkalommal meghatározott földtani, vízföldtani, geokémiai adatokat. Mivel az eddigi mérések során bebizonyosodott, hogy a felszíni 0–40 cm-es réteg elektromos vezetőképessége időben erősen ingadozik (TÓTH et al., 1998), ahelyett, hogy a földtani mintavételhez tartozó pillanatnyi EC-értéket használtuk volna, a 3 vizsgált év folyamán (1994. november–1997. december) meghatározott EC-értékek átlagát vettük a mintavételi pontok jellemző EC értékének. Ezt amiatt tehettük, hogy az EC-értékek időbeni sorozata normális eloszlású volt.

Az 1. táblázatban az értékelt talajtani és földtani adatokat mutatjuk be.

1994 novemberétől 420 geodéziailag (x, y, z) bemért és megjelölt mérőhelyen negyedévenként talaj elektromos vezetőképesség mérést végzünk. A terepi EC-t Martek SCT 12 típusú vezetőképességmérővel mérjük. A 4 elektród elrendezése rögzített konfiguráció (RHOADES & MIYAMOTO, 1990) szerint történt, 91 cm külső és 72 cm belső elektródtávolsággal. Ezzel az elrendezéssel

1. táblázat

Az értékelt változók

A. A földtani fúrási minták egyes tulajdonságai

	X	Y	(1) Magasság, m	(2) Növényzet	EC11 talaj	EC	pH	(3) Kation	(4) Anion	(5) Talajvízmélység, m	
	koordináta (m)					tvíz				megütési	beállási
1.	5253	9829	89,32	Art	1,91	1,24	7,87	Na	HCO_3	3	1,7
2.	5197	9796	89,22	Pucc	3,35	3,71	7,82	Mg	SO_4	3	1,9
3.	5138	9816	89,21	Art	2,90	1,50	7,87	Na	HCO_3	3	2,1
4.	5121	9809	89,25	Pucc	3,94	1,28	8,18	Na	HCO_3	2,6	1,7
5.	5035	9883	88,96	Art	2,71	1,14	8,07	Na	HCO_3	3	1,9
6.	5003	9905	88,95	Art	2,98	2,71	8,05	Na	HCO_3	3,2	1,6
7.	4836	9986	88,88	Art	2,48	19,21	7,82	Na	SO_4	3	1,6
8.	4664	10247	88,85	Art	1,17	19,25	7,61	Na	Cl	3	1,7
9.	4551	10079	88,73	Art	1,06	5,74	7,83	Na	Cl	3,4	1,85
10.	4551	10238	88,74	Art	1,21	0,87	8,22	Na	HCO_3	3	2
11.	4670	10140	88,94	Art	-	15,76	7,46	Na	Cl	3	1,4
12.	4778	10103	88,74	AgAl	1,88	11,05	7,47	Na	Cl	3	2
13.	4937	10032	88,80	AgAl	0,94	19,91	7,75	Na	Cl	3	1,4
14.	5293	9906	89,23	Art	1,61	1,53	7,94	Na	HCO_3	3	2,1
15.	5156	9952	89,10	PhoP	1,31	1,19	8,1	Na	HCO_3	3	1,5
16.	5023	10067	89,02	Cam	3,06	6,12	8,05	Na	Cl	3	1,7
17.	4877	10142	88,73	Eleo	1,36	15,11	7,51	Na	Cl	3,6	1,5
18.	4848	10141	88,74	Eleo	1,49	9,06	7,73	Na	Cl	3	1,4
19.	4696	10252	88,72	Art	1,24	1,34	8,13	Na	HCO_3	3,6	2,3
20.	4577	10291	88,90	Art	1,03	0,85	8,08	Na	HCO_3	3,4	1,8
38.	4594	10379	88,63	AgAl	0,72	4,91	7,88	Na	Cl	4	0,9
40.	5240	10011	88,82	PhoP	0,95	0,85	7,9	Na	HCO_3	4	1,7
41.	5012	10220	88,90	Art	1,84	3,87	7,72	Na	Cl	4	1,8
42.	4900	9879	88,91	Art	2,51	5,06	8,16	Na	SO_4	4	1,5
43.	5331	9778	89,23	Cam	2,14	2,04	8,23	Na	HCO_3	3	1,9
44.	4699	9984	88,85	Art	1,68	9,75	7,7	Na	SO_4	3	1,9
45.	4855	10244	88,99	Art	1,70	0,83	7,82	Na	HCO_3	3	1,5
46.	4712	10336	88,70	AgAl	1,41	1,55	7,6	Na	HCO_3	3,5	1,8
47.	4575	10401	88,65	AgAl	0,75	1,56	7,65	Na	HCO_3	5	2

Megjegyzés: Növényzet: AgAl: *Agrostio-Alopecuretum pratensis*, Art: *Artemisio-Festucetum pseudovinae*, Cam: *Camphorosmetum annuae*, Eleo: *Eleocharietum palustris*, PhoP: *Pholio-Plantaginetum tenuiflorae*, Pucc: *Puccinellietum limosae*. *EC11*: a 11 alkalommal negyedévenként a talaj 0–40 cm-es rétegében mért EC2.5 átlagértéke. *Kation és Anion tvíz*: az egyenérték % szerint megállapított, a talajvízben uralkodó kationt és aniont jelzi.

B. A talaj és talaj alatti rétegekben vett minták elektromos vezetőképessége és pH-ja

	Elektromos vezetőképesség, mS/cm					pH				
	0,1 m	0,3 m	1,8 m	3 m	10 m	0,1 m	0,3 m	1,8 m	3 m	10 m
1.	1,65	2,68	0,465	0,345	0,30	9,77	9,99	9,53	9,11	8,54
2.	2,68	5,30	0,88	0,72	0,44	9,70	10,18	9,46	9,04	8,35
3.	2,95	3,95	0,70	0,42	0,34	9,56	9,95	9,59	9,33	8,50
4.	3,30	5,30	0,51	0,41	0,37	10,10	10,28	9,71	9,16	8,46
5.	2,42	3,32	0,60	0,37	0,31	9,38	9,47	9,44	9,15	8,49
6.	3,45	6,00	0,80	0,71	0,45	8,79	9,38	9,61	9,18	8,46
7.	2,03	2,72	2,86	2,68	0,49	8,39	8,35	8,65	8,38	8,44
8.	0,69	1,03	3,28	3,50	1,20	8,21	8,65	7,80	7,95	8,24
9.	0,53	1,20	0,30	0,68	0,79	7,56	8,10	8,65	8,54	8,24
10.	2,68	2,41	0,51	0,37	0,31	7,83	8,90	9,14	8,87	8,69

1.B. táblázat folytatása

	Elektromos vezetőképesség, mS/cm					pH				
	0,1 m	0,3 m	1,8 m	3 m	10 m	0,1 m	0,3 m	1,8 m	3 m	10 m
11.	4,35	4,40	0,88	0,38	0,48	9,55	9,58	8,32	8,11	8,78
12.	0,95	2,10	0,88	0,82	0,38	7,33	9,19	8,52	8,18	8,55
13.	0,20	0,97	2,45	2,40	0,80	6,24	7,94	8,61	8,53	8,62
14.	1,59	2,17	0,83	0,47	0,34	9,04	9,99	9,65	9,38	8,51
15.	1,42	3,75	1,13	0,58	0,45	10,04	10,31	9,93	9,38	8,33
16.	3,78	5,80	1,13	0,80	0,49	9,46	9,97	9,70	9,16	8,20
17.	1,90	1,70	1,90	1,65	0,73	9,05	9,47	9,11	8,31	8,22
18.	1,43	1,62	1,30	1,02	0,31	9,44	9,63	8,83	8,40	8,74
19.	1,15	1,13	0,92	0,38	0,30	8,19	9,47	9,82	9,18	8,71
20.	0,63	1,36	0,44	0,23	0,40	7,03	7,77	9,02	8,80	8,23

C. Egyes talaj- és talaj alatti rétegek átlagos szemcsemérete (mm)

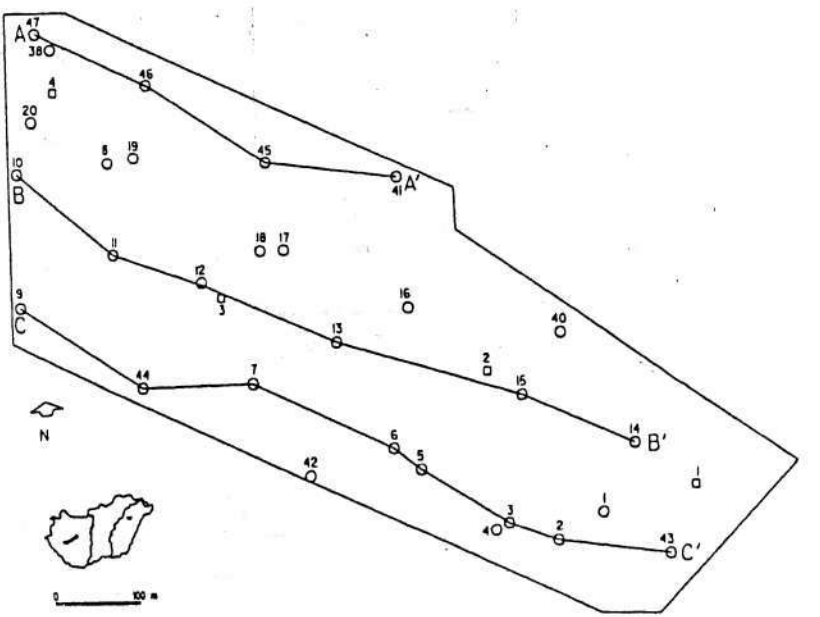
	0,1–0,5	0,5–1	1–1,5	1,5–2	2–3	3–4	5–6	7–8	9–10
	(1) méteres talaj, III. talaj alatti réteg								
1.	0,026	0,024	0,024	0,030	0,015	0,023	0,045	0,051	0,029
2.	0,017	0,024	0,030	0,020	0,025	0,022	0,055	0,028	0,028
3.	0,021	0,023	0,027	0,014	0,027	0,043	0,035	0,026	0,027
4.	0,016	0,018	0,021	0,017	0,019	0,034	0,033	0,025	0,023
5.	0,031	0,053	0,030	0,026	0,011	0,058	0,032	0,050	0,028
6.	0,022	0,031	0,036	0,030	0,016	0,026	0,069	0,054	0,025
7.	0,043	0,077	0,051	0,022	0,024	0,041	0,055	0,076	0,019
8.	0,017	0,019	0,045	0,027	0,011	0,019	0,081	0,023	0,022
9.	0,026	0,048	0,064	0,032	0,013	0,033	0,063	0,055	0,018
10.	0,018	0,031	0,021	0,022	0,020	0,025	0,032	0,076	0,033
11.	0,024	0,029	0,031	0,027	0,019	0,049	0,078	0,071	0,025
12.	0,042	0,026	0,036	0,024	0,013	0,043	0,065	0,081	0,023
13.	0,016	0,020	0,022	0,020	0,013	0,027	0,075	0,079	0,028
14.	0,017	0,049	0,020	0,018	0,014	0,015	0,028	0,057	0,023
15.	0,014	0,016	0,021	0,029	0,028	0,034	0,075	0,062	0,022
16.	0,015	0,026	0,018	0,015	0,029	0,041	0,075	0,068	0,029
17.	0,028	0,023	0,032	0,026	0,013	0,053	0,075	0,093	0,024
18.	0,039	0,024	0,028	0,028	0,017	0,047	0,077	0,095	0,022
19.	0,024	0,035	0,025	0,028	0,015	0,048	0,063	0,078	0,020
20.	0,025	0,037	0,037	0,017	0,027	0,031	0,048	0,033	0,025
38.	0,013	0,019	0,020	0,021	0,010	0,010	0,014	0,032	0,036
40.	0,027	0,029	0,021	0,021	0,015	0,067	0,056	0,040	0,023
41.	0,029	0,043	0,030	0,045	0,015	0,056	0,080	0,098	0,034
42.	0,017	0,067	0,042	0,025	0,013	0,020	0,061	0,061	-
43.	0,014	0,038	0,019	0,027	0,015	0,020	0,025	0,026	0,048
44.	0,015	0,028	0,020	0,029	0,011	0,027	0,029	0,033	0,027
45.	0,017	0,033	0,038	0,017	0,024	0,028	0,067	0,080	0,029
46.	0,027	0,040	0,029	0,026	0,046	0,049	0,098	0,031	0,035
47.	0,030	0,041	0,053	0,041	0,031	0,030	0,036	0,020	0,024

maximálisan 40 cm mélységig lehet megbízhatóan meghatározni a talaj sótartalmát, és ez határozta meg az ismételt talajmintavételezés mélységét. Az EC-értékek terjedelmének kiegyenlített reprezentációja és az egyenletes térbeli előfordulás szempontjainak megfelelően a 420 közül kiválasztottunk 20 mérőhelyet, ahol laboratóriumi (EC-mérés 1:2,5 szuszpenzióban, a továbbiakban

EC2,5) kalibrációhoz mintát vettünk. A kalibrációs helyek számát a befektetett munka arányában határoztuk meg, mivel a műszeres mérés időigénye mintegy 16 óra, a talajmintavételé pedig mintegy 4 óra. Mivel a vezetőképességmérő átlagolt EC-értéket ad, az elektródok között 2 fúráslyukat mélyítettünk és az azonos mélységből származó mintákat 10 cm-enként egyesítettük. A kalibrációs összefüggések alapján számítottuk a mérőhelyek EC2,5 értékét (TÓTH et al., 1998).

1995 augusztusában 29 földtani fúrást mélyítettünk (1. ábra) és minden egyes elkülönülő rétegből mintát vettünk. A mintavétel mélységét az agrogeológiai gyakorlat szerint 10 m-ben határoztuk meg, mivel ez az a maximális mélység, amely hatást gyakorolhat a felszín közeli talajképződési folyamatokra, és amelyik építésföldtani jelentőséggel bír. A mintákból meghatároztuk a szemcseösszetételt, kalcit- és dolomittartalmat, pH-t. Egyes mintákból a pH szuszpenzió pH- és EC-értékét is meghatároztuk. A megütött és beállt talajvízszintet feljegyeztük, a talajvízből mintát vettünk és összetételét meghatároztuk.

A 3. ábrán bemutatott szelvények a földtani szemcseméret kategóriákat használják, amelyben a frakcióhatárok a következők: agyag < 0,005 mm, kőzetliszt 0,005–0,06 mm, homok 0,06–2 mm. A numerikus értékelés során használt átlagos szemcseátmérő értékeket a frakciók százalékos tömegaránya alapján számoltuk.



1. ábra

A földtani fúrások és szelvények helye

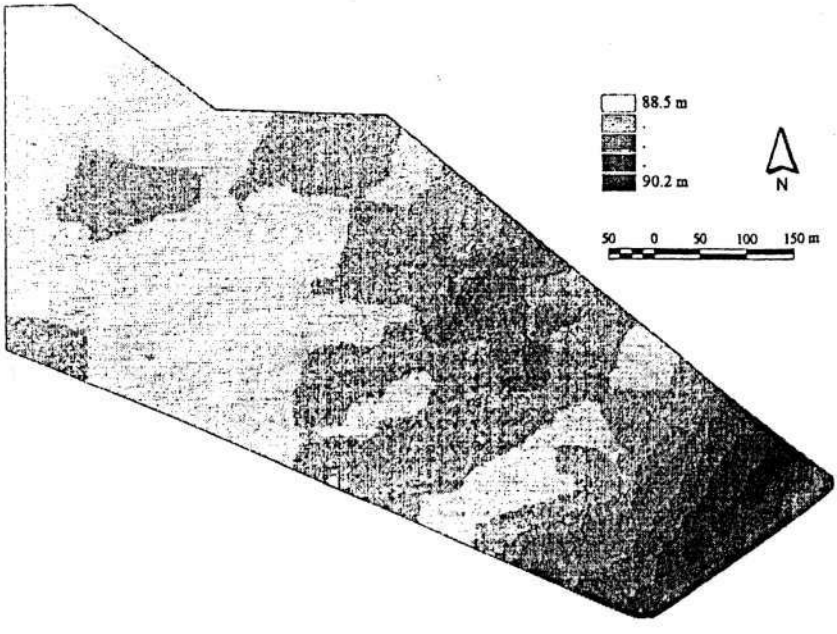
o földtani 10 m mély fúrás; □ talajvízkút; A-A' földtani szelvény

A karbonátok mennyiségét a belőlük savval felszabadított szén-dioxid mennyiségének mérésével határoztuk meg. A dolgozatban – a földtani gyakorlatnak megfelelően – kalcitnak ill. dolomitnak nevezzük azt a karbonátmennyiséget, amely szobahőmérsékletű 20 %-os sósavval 5 ill. 20 perc alatt bomlott el.

Mivel a földtani feltételeket viszonylag állandónak tételezzük fel, közleményünkben eltekintünk az időbeni változás vizsgálatától. A mintavételek során meghatároztuk a feltalaj időben változó pH-értékét és nedvességtartalmát is. Ezeket ebben a közleményben szintén nem ismertetjük mert a földtani tényezők hatása szempontjából ezek nem jelentősek. Ugyancsak másutt mutatjuk be a részletes növény–talaj összefüggéseket, a sóforgalmi modellezés eredményeit, a kalibrációs összefüggéseket (TÓTH et al., 1998), a talajok sótartalmának idő- és térbeli dinamikáját (TÓTH & KUTI, 1998a,b) és a mintaterületen feltárt szelvények tulajdonságait.

A szikesedéssel összefüggő tulajdonságok gyakran nem normális eloszlásúak, ezért vizsgálatukra nemparaméteres statisztikai próbákat (VINCZE & VARBANOVA, 1993), így a csoportok elválásának és a korreláció értékelésére rangszámokat célszerű használni.

A munka még nem zárult le, az adatokat és a levonható következtetéseket folyamatosan adjuk közre. Az eddigi kutatás anyagi kereteit az OTKA T023271 és T30738 kutatási témák nyújtották.



2. ábra
A mintaterület magassági térképe

Eredmények

A mintaterület földtani leírása

A terület egy valamikori folyókanyarulat folyamatosan épülő belső ívén található, felszíne gyakorlatilag tökéletesen sík, a terepegyenetlenség nem éri el a 2 m-t. A viszonylag laposabb részein időszakosan vizenyős területek találhatók, viszont a tavaszi hóolvadáskor gyakran az egész víz alatt áll (2. ábra).

A mintaterület felszíni–felszín közeli képződményei fiatal, holocén illetve pleisztocén folyóvízi–ártéri képződmények. A felszínen általában 2 m-es vastag holocén kőzetlisztes agyag található (3. ábra), mely néhol 1 m körüli mélységben agyagos kőzetlisztbe megy át. E felszíni réteg alatt ugyancsak összefüggően 1–1,5 m-es vastagságú agyag–kőzetlisztes agyag réteg települt, mely feltehetőleg a pleisztocén–holocén határ képződménye. A két kifejlődés között az a különbség, hogy a felszíni képződményben az agyag- és kőzetliszttartalom közel egyenlő arányú (40–30 % körüli) az agyagrész nagyobb súlyával, az alatta lévő képződményben pedig az agyagtartalom aránya 60 % feletti, de ahol e képződmény kőzetlisztes, ott is meghaladja az 50 %-ot.

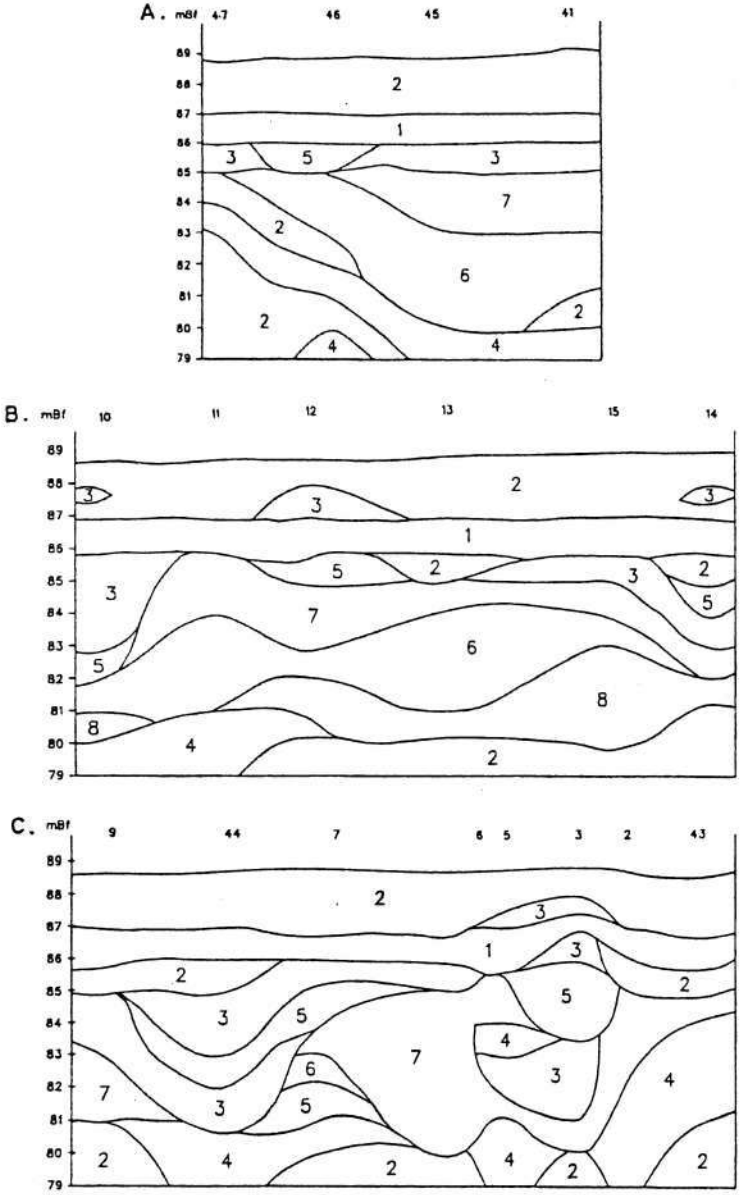
E rétegek alatt változó vastagságban és változatos kifejlődésben durvább folyóvízi kőzetegyüttes található, melyet néhol nem is harántolt a 10 m-es fúrás. Ebben a feltehetőleg fiatal pleisztocén összletben az agyagos kőzetlisztől a homokig a képződmények nagy változatossága fordul elő aszerint, hogy folyómedret, partot vagy ártéri képződményeket harántolt a fúró. A megszerkesztett szelvényeken jól kirajzolódnak az egykori folyómedrek és jól nyomon követhető, hogy hogyan változott az üledékeket lerakó víz energiája. Ugyanakkor azt is meg kell említeni, hogy a legdurvább folyóvízi üledék az aprószemű homok, s az is csak néhány fúrásban fordul elő. A homokok többsége finomszemű, ami viszonylag gyengébb ülepítő energiára utal.

A változatos vastagságú és kifejlődésű durvább üledékegyüttes alatt a terület kb. kétharmadán ismét egy finomabb összetételű üledék, kőzetlisztes agyag található, 40 % körüli agyag- és valamivel kevesebb kőzetliszttartalommal.

Az üledékek kalcium-karbonát-tartalma zömében 5 % alatti. Ahol feldúsulást tapasztaltunk ott is maximum a 20 %-ot éri el, ami nem elégíti ki a karbonátos üledékek kritériumát, de megfelel az általában szokásos tiszántúli üledék-előfordulásnak.

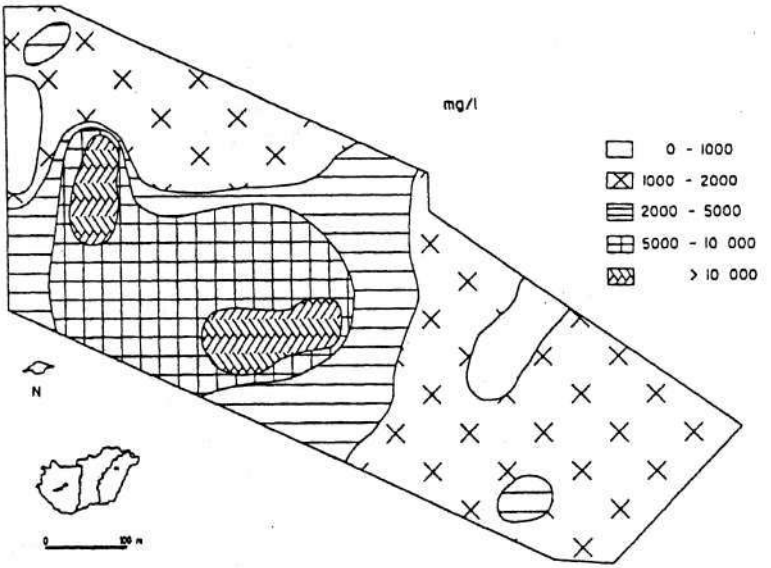
A talajvíztükör mélysége 2,5–5 m közötti, uralkodóan 3 m körüli. 4 m-nél mélyebben a talajvíz csak a terület északkeleti-keleti peremén, az északnyugati csücskében, valamint középen és délen egy-egy kisebb foltban található. 3 m-nél közelebb pedig csak egy helyen, a terület déli peremén lemélyített fúrásban találtuk a víztükröt.

A talajvíz összes oldottanyag-tartalma (4. ábra) rendkívül változatos. A legkisebb érték 828 mg/l, és a legnagyobb 15029 mg/l. A terület északnyugati csücskében általában 1000 mg/l-t alig meghaladó a víz összes sótartalma, csak egy minta értéke haladja meg a 3000 mg/l-t, és kettőé van 1000 mg/l alatt (az

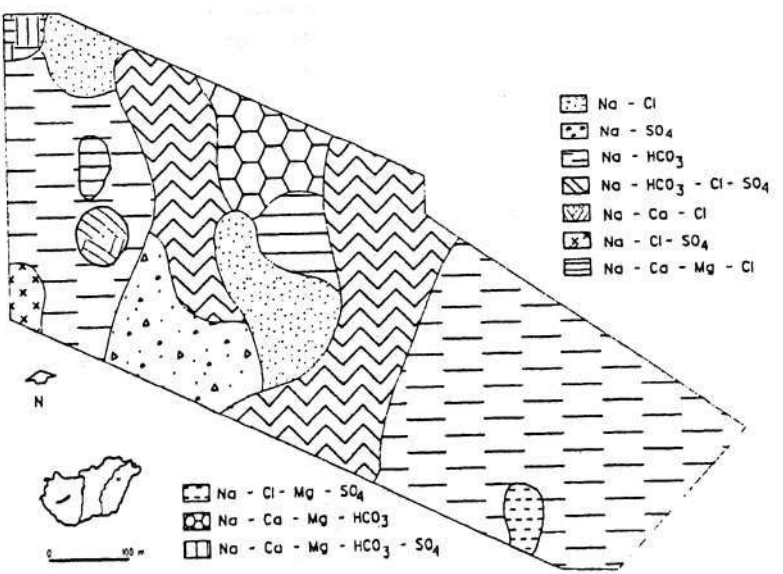


3. ábra

Az 1. ábrán feltüntetett földtani szelvények szemcseméret kategóriái. A. A szelvény, 47. és 41. fúráspontok között. B. B szelvény, 10. és 14. fúráspontok között. C. C szelvény, 9. és 43. fúráspontok között Jelmagyarázat: 1. agyag; 2. kőzetlisztes agyag; 3. kőzetliszt; 4. agyagos kőzetliszt; 5. homokos kőzetliszt; 6. homok; 7. kőzetlisztes homok; 8. agyagos homok



4. ábra
A talajvíz összes oldottanyag-tartalma



5. ábra
A talajvíz kémiai típusa

egyik a mért legkisebb érték). A terület középső sávjában a legsósabb a víz. A sótartalom értéke rendszerint 2000 mg/l feletti, nagy területen meghaladja az 5000 mg/l-t és több mintában 10000 mg/l feletti. A keleti harmadban ismét 1000 mg/l körülire csökken a sótartalom mértéke, két fúrásban ez alatt van, míg egyben meghaladja a 3000 mg/l-t.

A talajvíz kémiai típusaira (5. ábra) jellemző a nátrium uralkodó jelenléte. A minták döntő többségében 60–70 %-nál is nagyobb az aránya a vízben. Egy fúrásban a kalciummal együtt fordul elő közel egyenlő arányban, de uralkodó mennyiségben (40–40 % körüli értékben). Három fúrásban pedig a magnéziummal és a kalciummal együtt jelenik meg közel egyenlő arányban.

Az anionok előfordulása már változatosabb. A terület nyugati és keleti szélén a hidrogén-karbonát az uralkodó. Középen viszont a vegyes, azaz mindhárom aniont közel egyenlő arányban tartalmazó vizek előfordulása a jellemző. A terület közepén található gémeskút környékén a víz uralkodó anionja a klorid. Délnyugaton pedig egy nagyobb foltban a szulfát fordul elő uralkodó mennyiségben. Néhol a szulfát második anionként megjelenik a hidrogén-karbonát vagy a klorid mellett is.

A kalcittartalom és pH mélységi változása

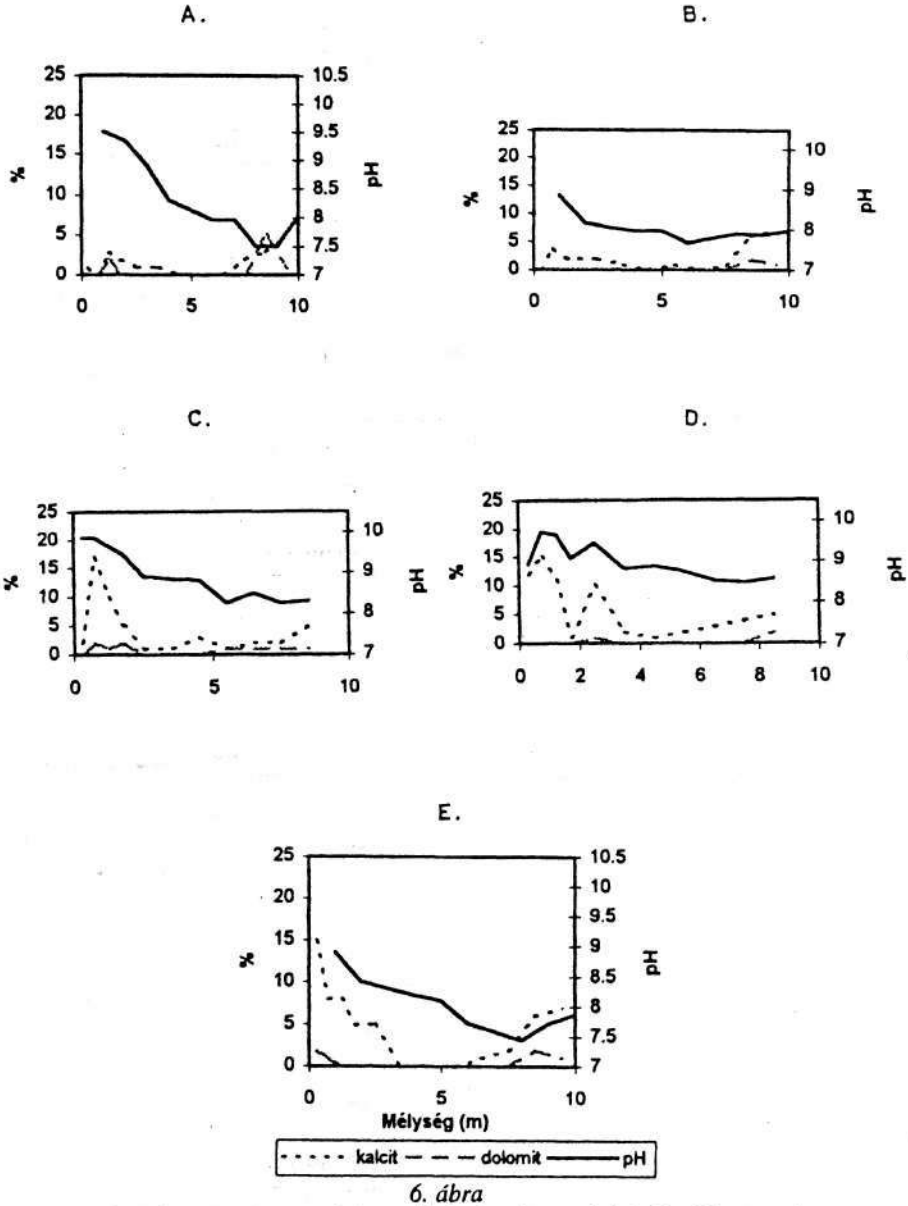
A felszín alatti kalcit, dolomit és pH változások alapján ábrasorozatot készítettünk (6. ábra). A kalcit mélységi eloszlása alapján az alábbi 5 csoportot lehetett elkülöníteni:

a) végig kicsi, azaz < 5 %-ról indul és végig < 10 %;
b) kilúgzott, azaz a felszínen 0 és végig < 10 %;
c) nagy csúcs, azaz a felszín alatt van > 10 % csúcsa;
d) két csúcs, kb. 5 %-ról indul és 2 jellemző csúcsa van a felszín alatt;
e) maximum a felszínnél.

Kruskall–Wallis nemparaméteres próbával vizsgáltuk, hogy a kalcit különböző felszín alatti eloszlási kategóriáiba tartozó fúrások szemcseösszetétele és sótartalma csoportonként különbözik-e. A „végig kicsi" (a), „felszínnél 0" (b), „> 10 csúcs" (c) kalcit felszín alatti eloszlási kategóriáiba tartozó fúrások esetén a 2–3 m-es rétegben az átlagos szemcseméret kisebb, mint a „2 csúcs" (d) és „maximum a felszínnél" (e) kategóriákban. A próba szignifikanciaszintje 0,047 volt. Értelmezésünk szerint a talajvízszint ingadozási zónájában a nagyobb átlagos szemcseméret kedvezett a felszín felé irányuló kalcium-karbonát mozgásnak, emiatt itt több kalcit volt kimutatható a felszín közelében.

A Kruskall–Wallis próbában a 11 alkalommal mért EC2,5-értékek átlaga, az EC11 is különbözött a kalcit mélységi eloszlás csoportjai között, 0,038 szignifikanciaszinten. A só- és a kalcittartalom a felszín közelében szoros összefüggést mutatott. Amikor a kalcit a felszínnél mutatta szelvénybeli maximumát, akkor a 0–40 cm-es réteg sótartalma is nagy volt.

A kalcit felszín alatti eloszlása alapján elkülönített kategóriákat kereszttáblázattal hasonlítottuk a magassági kategóriák előfordulásához. Megállapítottuk,



6. ábra

A kalcit, dolomit és pH felszín alatti eloszlása, a kalciteloszlás típusai.
A. Végig kicsi, azaz < 5 %-ról indul és végig < 10 % (12. fúrás). B. Kilúgzott, azaz a felszínen 0 és végig < 10 % (8. fúrás). C. Nagy csúcs, azaz a felszín alatt van > 10 % csúcsa (5. fúrás). D. Két csúcs, kb. 5 %-ról indul és 2 jellemző csúcsa van a felszín alatt (3. fúrás). E. Maximum a felszínnél (11. fúrás)

hogy a 89,2 m magasság alatt mélyített földtani fúrások esetén jellemző a „végig kicsi" (a), „felszínnél 0" (b), „> 10 csúcs" (c) kalciteloszlási típus. 88,8 m felett pedig a „2 csúcs" (d) és „maximum a felszínnél" (e) típusok jellemzőek. Eszerint a 29 fúrás közül az alacsonyabbak a felszínen rendszeresen összegyülekező esővíz hatására kilúgozottabbak, mint a magasabban elhelyezkedők. A feltalaj nagyobb sótartalma nagyobb kalcittartalommal jár együtt, vagyis a mintaterületen a só és kalcit mozgása részben azonos törvényszerűségek hatása alatt áll.

Ahol két felszín alatti kalcitfelhalmozódási csúcsot különítettünk el a talajvíz-ingadozás zónája gyakran a két csúcs közé esett (6D. ábra), ami azt mutatja, hogy az ingadozás zónájában dinamikus kalcitoldódási és -kicsapódási folyamatok zajlanak.

A pH mélységi lefutása alapján (6. ábra) megállapítottuk, hogy ha a talaj alatti rétegekből származó minta pH-értéke a 8-at megközelítette vagy az alá csökkent, akkor ott a talajvíz EC-értéke nagy volt. 8 esetből 6-szor volt érvényes ez a megállapítás. Ennek oka, hogy a talajvíz nagy sótartalma közel semleges pH-val jár együtt. A talajvíz kémiai egyensúlyban van a felszín alatti rétegekkel, emiatt ezek pH-ja semlegeshez közeli.

Összefoglalás

A dolgozat célja földtani tényezők, úgy mint a talajvíz sótartalma, összetétele, a talaj alatti rétegek szemcseméret, a felszíni magasság és a talajvízmélység, valamint a talaj sótartalma közötti összefüggések leírása volt kis mintaterületen.

A kitűzött cél érdekében 29 fúrást mélyítettünk 10 m-ig, és nemparaméteres statisztikai próbával vizsgáltuk a földtani tényezők és a talaj sótartalma közötti összefüggéseket.

A vizsgálati terület jellemző képviselője az alföldi változatos szolonyeces pusztáknak. Egy kis területen belül a magasság maximális eltérése 1,76 m volt, amit hasonló nagyságú talajvízszint-különbség kísért. A talajvíz elektromos vezetőképessége 0,8–20,0 mS/cm értéktartományban változott az egyes fúrópontok között. A 0–40 cm-es réteg 3 év alatt meghatározott átlagos EC2,5-értéke 0,4 és 3,6 mS/cm között váltakozott. Nyolc növényzeti típust különítettünk el a területen belül, és ezek elhelyezkedése tükrözte a felszíni magasság és sótartalom, valamint az ezekkel szorosan összefüggő vízellátottság övezetességét.

A kalcit felszín alatti eloszlása összefüggést mutatott a talaj sótartalmával.

Irodalom

ABDEL-DAYEM, S. & SKAGGS, R. W., 1990. Extension of DRAINMOD for simulating water management in arid regions. In: Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid Regions. February 25–March 2, Cairo. Egypt. **2.** 201–212.

ARNDT, J. L. & RICHARDSON, J. L., 1988. Hydrology, salinity and hydric soil development in a North Dakota prairie-pothole wetland system Wetlands. **8.** 93–108

DARAB K., 1967. Megjegyzések Dr. H. Franz „Adatok a negyedkori rétegződéshez és a szikes talajok genéziséhez a Hortobágyon és peremvidékén" c. tanulmányához. Agrokémia és Talajtan. **16.** 459–468.

ENDRÉDY E., 1941. A szikes talajok képződésének kérdéséről. Öntözésügyi Közlemények. **3.** 207–217.

EUGSTER, H. P. & JONES, B. F., 1979. Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution. American Journal of Science. **279.** 609–631.

Excursions. Hortobágy – Description of Profile 2. 1965. Agrokémia és Talajtan. **14.** Suppl. 440–443.

FULLERTON, S. & PAWLUK, S., 1987. The role of seasonal salt and water fluxes in the genesis of solonetzic B horizons. Canadian Journal of Soil Science. **67.** 719–730.

GARDNER, W. R., 1960. Soil water relations in arid and semiarid conditions. In: Plant-Water Relationships in Arid and Semi-arid Conditions. Arid Zone Res. **15.** 37–61.

HENRY, J. L. et al., 1985. Groundwater discharge from glacial and bedrock aquifers as a soil salinization factor in Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science. **65.** 749–768.

KREYBIG, L. & ENDRÉDY, E., 1935. Über die Abhängigkeit des Vorkommens von Alkaliböden im Oberen Tisza-Gebiete Ungarns von der absoluten Höhenlage. Trans. III. International Congress of Soil Science, Oxford. **I.** 357–360.

MCCLELLAND, C. A. et al., 1959. Chernozems and associated soils of eastern North Dakota: some properties and topographic relationships. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **23.** 51–56.

OOSTERBAAN, R. J. & ABU SENNA, M., 1990 Drainage and salinity predictions in the Nile delta, using SALTMOD. In: Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid Regions. February 25–March 2, Cairo, Egypt. **1.** 274–286.

RHOADES, J. D. & MIYAMOTO, S., 1990. Testing soils for salinity and sodicity. In: Soil Testing and Plant Analysis. SSSA Book Series. No. 3. 299–336. Madison, WI.

ROSEK, M. J. & RICHARDSON, J. L., 1989. Soils on erosional footslopes in two basins differing in relief in North Dakota, USA. Geoderma. **45.** 289–309.

SCHERF, E., 1935. Geologische und morphologische Verhältnisse des Pleistozäns und Holozäns der grossen ungarischen Tiefebene und ihre Beziehungen zur Bodenbildung, insbesondere der Alkalibodenentstehung. Relationes Anuuae Inst. Regii Hungarici Geol. Pro. 1925–1928. 1–37.

SEELIG, B. D. & RICHARDSON, J. L., 1994 Sodic soil toposequence related to focused water flow. Soil Sci. Soc. Am. J. **58.** 156–163.

SEELIG, B. D., RICHARDSON, J. L. & BARKER, W. T., 1990. Characteristics and taxonomy of sodic soils as a function of landform position Soil Sci. Soc. Am. J. **54.** 1690–1697.

'SIGMOND, A., 1927. Hungarian Alkali Soils and Methods of Their Reclamation. University of California. Berkeley.

SIMUNEK, J. & SUAREZ, D. L., 1994. Two-dimensional transport model for variably saturated porous media with major ion chemistry. Water Resources Research. **30.** 1115–1133.

TIMPSON, M. E. & RICHARDSON, J. L., 1986. Ionic composition and distribution in saline seeps of southwestern North Dakota, USA. Geoderma. **37.** 295–305.

TÓTH, T. & BLASKÓ, L., 1998. Secondary salinization caused by irrigation. In: The Soil as a Strategic Resource: Degradation Processes and Conservation Measures. (Eds.: RODRIGUEZ, A. R., JIMÉNEZ M., C. C. & TEJEDOR S., M. I.) 229–253. Geoforma Ediciones. Logrono.

TÓTH, T. & KUTI, L., 1998a. Dynamics of salt accumulation in a small area. In: Second Hungarian-Egyptian Conference on Environment. 31 Oct.–6 Nov., 1998, Budapest. Abstracts. 42–45. RISSAC. Budapest.

TÓTH, T. & KUTI, L., 1998b. Variability of geological conditions and its relations to soil salinization inside a small area. In: Proc. of the International Symp. on Sustainable Management of Salt-affected Soils in the Arid Ecosystem, 21–26 Sept., 1997, Cairo. (Ed.: ELGALA, A.) 123–132. Ains Shams University. Cairo.

TÓTH T. & KUTI L., 1999. Összefüggés a talaj sótartalma és egyes földtani tényezők között a hortobágyi „Nyírőlapos" mintaterületen. II. Többszörös összefüggések és a felszíni sótartalom becslése. Agrokémia és Talajtan. **48.** 447–458.

TÓTH, T., KERTÉSZ, M. & PÁSZTOR, L., 1998. New approaches in salinity/sodicity mapping in Hungary. Agrokémia és Talajtan. **47.** 76–86.

VINCZE I. & VARBANOVA M., 1993. Nemparaméteres matematikai statisztika. Akadémiai Kiadó. Budapest.

WAGENET, R. J. & HUTSON, J. L., 1987. LEACHM, Leaching Estimation and Chemistry Model: A Process Based Model of Water and Solute Movement, Transformations, Plant Uptake and Chemical Reactions in the Unsaturated Zone Continuum. Vol. 2. Water Resources Institute, Cornell University. Ithaca, NY.

Érkezett: 1999. április 10..

Geological Factors Affecting the Salinization of the Nyírőlapos Sample Area (Hortobágy, Hungary). I. General Geological Characterization, Calcite Concentration and pH Values of Subsurface Layers

T. TÓTH and L. KUTI

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

Summary

The objective of the paper was to describe the relationship between geological factors, such as the salt concentration and composition of the groundwater, the particle size of underground layers, elevation and groundwater depth and the salt concentration of the soil.

29 boreholes were made to the depth of 10 m and nonparametric statistics were used to test relationships between geological factors and soil salt concentration.

The research area is representative of the spatially variable solonetzic grasslands of the Great Hungarian Plain. Inside a small area the maximal difference in elevation is 1.76 m, which is accompanied by a similar difference in groundwater level. The electrical conductivity of the groundwater showed values between 0.8 and 20 mS/cm in the geological boreholes. The 3-year average electrical conductivity of 1:2.5 suspensions from 0-40 cm depths varied between 0.4 and 3.6 mS/cm. Eight vegetation types were distinguished in the area; their distribution reflects the differences in elevation, salinity, and the closely related water regime zones.

The depth distribution of calcite was related to the soil salt concentration.

Further results are presented in Part II. of the paper (TÓTH & KUTI, 1999) also published in this volume.

Table 1. Variables examined. A. Properties of the geological borehole samples. (1) Elevation, m. (2) Vegetation. (3) Cations. (4) Anions. (5) Depth of finding groundwater (left column) and depth of equilibrium groundwater (right column), m: *Note: Vegetation:* AgAl: *Agrostio-Alopecuretum pratensis;* Art: *Artemisio-Festucetum pseudovinae*; Cam: *Camphorosmetum annuae*; Eleo: *Eleocharietum palustris;* PhoP: *Pholio-Plantaginetum tenuiflorae;* Pucc: *Puccinellietum limosae. EC11:* Mean EC2.5 value measured in the 0–40 cm soil layer on 11 occasions, every three months. *Kation és Anion tvíz:* Dominant cations and anions in the groundwater on the basis of equivalent %. B. Electrical conductivity and pH of soil and subsurface samples. C. Mean particle size of certain soil and subsurface layers (mm). (1) 1-metre soil or subsurface layer.

Fig. 1. Location of geological boreholes and profiles. o 10-metre geological borehole; □ groundwater well; A-A' geological profile.

Fig. 2. Elevation map of the sample area.

Fig. 3. Particle size categories of the geological profiles shown on Fig. 1. A. Profile A, between boreholes 47 and 41. B. Profile B, between boreholes 10 and 14. C. Profile C, between boreholes 9 and 43. *Legend:* 1. Clay; 2. Clay containing rock-dust; 3. Rock-dust; 4. Rock-dust containing clay; 5. Rock-dust containing sand; 6. Sand; 7. Sand containing rock-dust; 8. Sand containing clay.