

## Az aridifikáció folyamatai a Duna–Tisza közén

KERTÉSZ ÁDÁM<sup>1</sup>–PAPP SÁNDOR<sup>2</sup>–SÁNTHA ANTAL<sup>3</sup>

### Abstract

#### Aridification processes on the Danube–Tisza Interfluve

Aridification and desertification are strongly interrelated processes. The Mediterranean region undergoes significant desertification processes as a consequence of climate change and human activities. The region neighbouring with the Mediterranean including the Great Hungarian Plain is also threatened by the consequences of increasing aridity.

The aim of the present paper is to investigate aridification processes on the Danube–Tisza Interfluve. Results presented in the paper achieved out within the framework of the MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land USE) II and III projects, funded by the EC.

The Danube–Tisza Interfluve is one of the most severely affected regions of Hungary as far as the drop of free groundwater levels and the depletion of confined groundwater reserves are concerned. An extremely serious drought period was registered from the early 70's until the late 90's. Soil moisture content reduced, and the water level of ponds subsided as well during the 1990's. The dropping groundwater level is, however, influenced by many factors so that it is not only the result of aridification. Groundwater level changes are the main driving force of physico-geographical processes in the area.

Vegetation changes of the test area were investigated in detail. In four cenological sample-quadrates (represented by various subassociations of perennial *Festucetum vaginatae danubiale* of the Danube–Tisza Interfluve) classical cenological survey was supplemented with the study of plant species which may show quantitative changes probably associated with climate change. Four plant species were selected: *Euphorbia seguierana*, *Artemisia campestris*, *Festuca vaginata* and *Stipa borysthena*. The findings of this survey confirm aridification.

Investigations on soil dynamics revealed that in the most sensitive areas showing a gradual lowering of the water table in alkali ponds and a complete desiccation of some of them the direct contact between groundwater and salt-affected soils is interrupted, the solonchak soil dynamics has disrupted, helophile and hygrophile plant associations disappeared. The soda contents of solonchaks affected by a dry period have leached out from the whole profile. This is the most important indirect evidence for desalinization.

At the end of the 90's a wet period started again. There is not enough evidence to prove that the long period of drought has reflected the influence of global climate change. Detailed investigations over a much longer period are needed to make any definite statement about the effect of climate change in aridification and desertification processes.

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

<sup>2</sup> ELTE TTK, Természetföldrajzi Tanszék H-1083 Budapest, Ludovika tér 2.

<sup>3</sup> Környezetvédelmi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal H-1121 Budapest, Költő utca 21.

## Bevezetés

Az antropogén eredetű globális klímaváltozás bizonyított ténynek tekinthető, ennek ellenére sokat vitatják jelentőségét, mértékét, meglévő és várható következményeit. A vita azon alapul, hogy a Föld éghajlata a földtörténet során nagyon sokszor és nagyon jelentős mértékben változott – természetes okok miatt –, ha pedig ezeket a változásokat a természet, az élőlények – köztük az ember is túlélte –, akkor nincs mitől tartanunk a jelenlegi klímaváltozás esetén sem.

Egy másik megfontolás a földtörténeti közelmúltra való visszatekintés. A holocén mindössze tízezer éve kezdődött, azt megelőzően fejeződött be az utolsó glaciális, így most valójában egy interglaciálisban vagyunk, így tehát nem melegedés, hanem lehülés várható. A vitában valamennyi résztvevőnek igaza van, nem szabad azonban elfelejteni, hogy a jelenleg végbemenő klímaváltozás, amely az üvegház hatást okozó gázok légköri koncentrációjának *antropogén hatásra* történő, jelentős mértékű megnövekedésének a következménye (a CO<sub>2</sub> koncentrációja az ipari forradalom előtti 280 ppm-ről mára 350 ppm-re emelkedett), független a természetes hatások miatt előálló klímaváltozóaktól.

Megállapíthatjuk tehát, hogy az ezek a gázok antropogén eredetű légköri koncentráció-növekedése és az ennek következtében tapasztalható globális klímaváltozás olyan tény, amelynek *természetföldrajzi következményeivel* számolnunk kell.

Az éghajlatváltozás okainak nyomon követése a klímaingadozások miatt is nehézségekbe ütközik. Ilyen lehet pl. egy hosszabb aszályos periódus. Az is lehet azonban, hogy e periódus aszályosságának mértéke olyan, hogy abban már a globális klímaváltozás hatása is tükröződik.

Jelen tanulmány célja annak bemutatása, hogy a fokozódó szárazodásnak (aridifikációnak, vö. (KERTÉSZ, Á. 1996) milyen jelei tapasztalhatók az Alföldön, a Duna–Tisza közén. Függetlenül attól tehát, hogy a globális klímaváltozás tényét valaki elfogadja vagy sem, a szárazodás olyan tény, amellyel foglalkozni szükséges.

## A klímaváltozás és az elsivatagosodás

Az aridifikáció folyamatai szorosan kapcsolódnak a tájdegradáció (land degradation), ill. az elsivatagosodás (desertification) folyamatához (UNCOD, 1977). Ez utóbbit az arid, szemi-arid és szubhumid térségek (WMO, 1978) tájdegradációs folyamatainak megnevezésére önálló terminusként használjuk, hogy ezzel is felhívjuk a figyelmet arra, hogy a szárazabb adottságú területek degradációs folyamatai katasztrófális méreteket ölthetnek. Az elsivatagosodás természetesen nem a sivatagok keletkezését jelenti, hanem a táj katasztrófális mértékű degradálódását.

Az arid, szemi-arid és szubhumid területeket a csapadék (P) és a potenciális evapotranspiráció (PET) arányszámának értékhatárai alapján definiáljuk (arid: 0,03–0,20; szemi-arid: 0,20–0,50; szubhumid: 0,50–0,75). Az Általános Légköri Modellek (General Circulation Models, a továbbiakban: GCM-ek) alkalmazásával nyert éghajlati scénáriók segítségével megkapjuk a P/PET arányszámot, ill. a potenciális evapotranspiráció értékeit a hőmérséklet feltételezett emelkedésének esetén (LE HOUÉROU, H. N. 1996. – *1. táblázat*).

Az elsivatagosodás Magyarország jelentős területeit érinti. Nem közömbös tehát, hogy a hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan csökkenni fog a P/PET arány, amely az elsivatagosodás által érintett területek határát kijelöli. A csökkenés mértékét a táblázat %-ban is megadja.

Európában elsősorban a Mediterráneum térségét és a vele közvetlenül szomszédos területeket érinti kedvezőtlenül a globális klímaváltozás. Ez a kedvezőtlen hatás

1. táblázat. A potenciális evapotranspiráció (PET) és a csapadék/potenciális evapotranspiráció (P/PET) arány változásai különböző hőmérséklet-emelkedési scenáriók esetén (LE HOUÉROU, H. N. 1996)

Jelenlegi csapadék (mm/év)	Jelenlegi PET (mm/év)	Jelenlegi P/PET	Feltételezett hőmérséklet-emelkedés					
			1 °C		2 °C		3 °C	
			P/PET	Dec %*	P/PET	Dec %	P/PET	Dec %
800	1200	0,66	0,630	4,5	0,590	10,6	0,560	15,2
600	1400	0,43	0,410	4,7	0,390	9,3	0,370	14,0
400	1600	0,25	0,240	4,0	0,230	8,0	0,220	12,0
200	1800	0,11	0,110	3,0	0,100	7,2	0,100	10,0
100	2000	0,05	0,048	4,0	0,047	6,0	0,045	10,0

\* Dec % = a P/PET arány %-os csökkenése a feltételezett hőmérséklet-emelkedés esetén.

az éghajlat szárazabbá válásában nyilvánul meg, vagyis az elsivatagosodási tendenciákat erősíti fel. Az elsivatagosodás szempontjából a csapadék mennyisége, intenzitása és eloszlása rendkívül fontos. Közismert, hogy a csapadék rendkívül szeszélyesen viselkedik a szemiárid éghajlaton, az éghajlati scenáriók pedig általában az évi csapadékmennyiség változásait adják meg, a csapadék intenzitásának, a szélsőséges eseményeknek a változásairól pedig semmit sem mondanak.

### A MEDALUS projekt

Felismerve azt a tényt, hogy az elsivatagosodás folyamatai – egyebek között a klímaváltozás hatására – a Mediterrán térségben nagy veszélyt fognak jelenteni, az EC IV. keretprogramján belül egy nagy nemzetközi projektet szerveztek, amely a MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land Use) nevet kapra. A projekt több fázisban valósult meg. A MEDALUS I. projekt 1991-ben kezdődött és két évig tartott. Folytatása a MEDALUS II. (1993–1995) és a MEDALUS III. (1996–1998).

Az első projekt legfontosabb eredménye egy olyan modell kifejlesztése volt, amely fizikai alapon írta le a lejtőn végbemenő természetföldrajzi folyamatokat. Portugáliától Görögorszáig 7 mintaterület szolgáltatott adatokat a modellhez. A második projekt keretében kibővült a modellterületeken végzett munka. A második projekt legfontosabb eredménye 3 célterület (target area) kijelölése és feldolgozása volt. A célterületek nagy minta-vízgyűjtők voltak. Az itt folyó tematikus kutatás a regionális léptékű munkát szolgálta.

A MEDALUS III. projekt 4 cél megvalósítását is szolgálta. Az első cél a korábban megkezdett monitoring munka folytatása volt a 7-ből kiválasztott 3 mintaterületen. A második cél környezet-érzékeny területek (Environmentally Sensitive Areas, ESA) azonosítására alkalmas módszer kifejlesztése volt. A harmadik fő célkitűzés a Mediterráneum nagyléptékű problémáinak vizsgálata, a negyedik pedig az időszakos vízfolyások és medrek fejlődésének kutatása.

Az MTA FKI Természetföldrajzi Osztálya a MEDALUS II. és III. projektekben vett részt (MEDEAST; KERTÉSZ, Á. et al. 1997, 1998). Mindkét projekt fő célja az aridifikáció vizsgálata volt a Mediterráneum közvetlen szomszédságában.

A MEDALUS II. projekt céljait az *1. ábra* mutatja be. Magyarországon a szárazodás legsúlyosabban a Duna–Tisza között érinti, hatásai ott tanulmányozhatók a legjobban. Talajvízszint-süllyedések már az 1970-es évek elejétől-közepétől kimutathatók voltak a Duna–Tisza közti hátságon, s a talajvízszint az 1985–86-ban az eddig észlelt legalacsonyabb szintre süllyedt (PÁLFAI I. 1992). A száraz időjárási periódus hazánkban 1983-ban kezdődött, s azóta több aszályos év volt, 1992-ben országos méretű aszály bontakozott ki. Az aszályos időszak az 1990-es évek végén befejeződött, és egy nedvebb periódus vette kezdetét.

A MEDALUS III. projekt keretében egyrészt folytattuk a megelőző, MEDALUS II. keretei között megkezdett kutatást, másrészt – a Mediterráneumban folyó kutatásokhoz csatlakozva – kiválasztottunk egy alföldi vízgyűjtőt – a Gerje–Perje vízgyűjtőjét – és azt mintaterületként részletesen vizsgáltuk, modelleztük. Az alábbiakban a Duna–Tisza közti mintaterületeken végzett vizsgálatok eredményeit foglaljuk össze.

### **Az aridifikáció vizsgálata a Duna–Tisza közén**

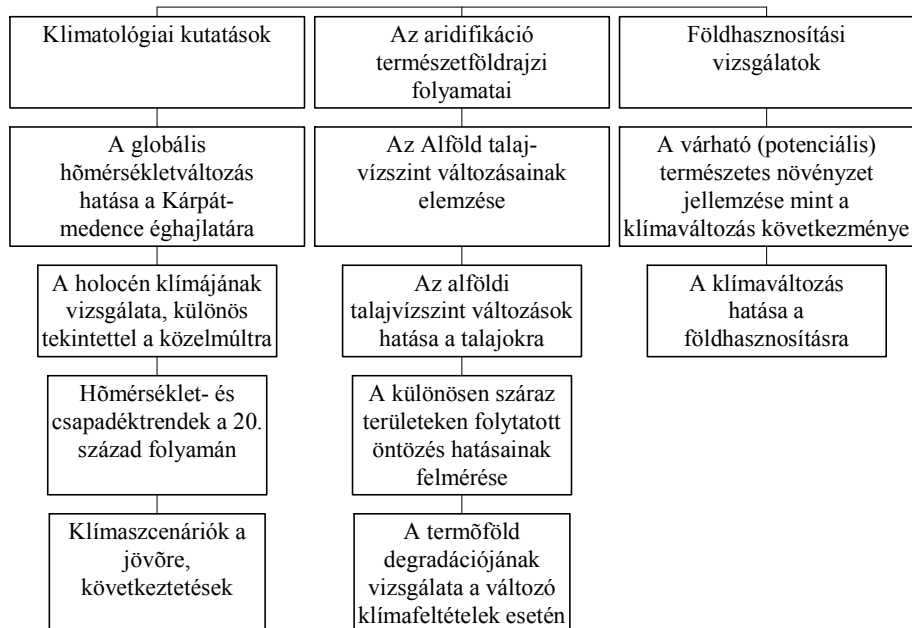
Az Alföld, ezen belül is a Duna–Tisza köze mindig is az aszály által legsúlyosabban érintett terület volt az országban. A MEDALUS magyar alprojektjének, a MEDEAST-nek keretében az aridifikációt az alábbi szempontokból vizsgáltuk.

#### *A talajvízszint ingadozása*

A vizsgált területen a természetföldrajzi folyamatok elsődleges irányítója mindig is a talajvízszint volt – amely természetesen számos tényező függvénye. Az éghajlati tényezők elsődleges szerepe mellett nem elhanyagolható a vízkivétel, ill. a növényzet vízfelhasználása sem.

Az 1970-es évektől az 1990-es évek második feléig rendkívül súlyos helyzet alakult ki. 1985–86-ban érte el a talajvízszint az eddig regisztrált legalacsonyabb szintet (PÁLFAI I. 1991, 1995). A legsúlyosabb aszály 1983 táján kezdődött. Az 1960-as években átlagosan 2 m volt a talajvízszint, évszakos ingadozása pedig kb. 0,5 m-t tett ki és így a növények nagy része elegendő vizet kapott (SZALAY, J.–LÓCZY, D. 1995). A talajvízszint csökkenését a talajnedvesség csökkenése kísérte (PÁLFAI I. 1996). 1990 tavaszán pl. – a sokéves átlagot 100%-nak véve – a talaj felső 1 m-ében csupán 60–70% volt a talajnedvesség tartaléka. 1992-ben a felső 0,5 m-ben pedig mindössze 15%.

Említettük, hogy a – főleg öntözési célú – vízkivétel is jelentősen hozzájárul a talajvízszint csökkenéséhez. A talajvíz és a rétegvizek általában egymással kapcsolatban lévő, dinamikus rendszert alkotnak. Az 1980-as évek második felében drasztikus mértékű volt a talajvíz és a rétegvizek süllyedése, amely helyenként a 20 m-es nagyságrendet is elérhette (BERÉNYI P.–ERDÉLYI M. 1990). Több olyan véleményt is ismerünk, amely szerint az emberi tevékenység ugyanolyan jelentőségű, mint az aszály, ill. a klímaváltozás hatása (MAJOR P.–NEPPEL F. 1998; LIEBE P. 1993; PÁLFAI I. 1996).



1. ábra. Az aridifikáció kutatási programja

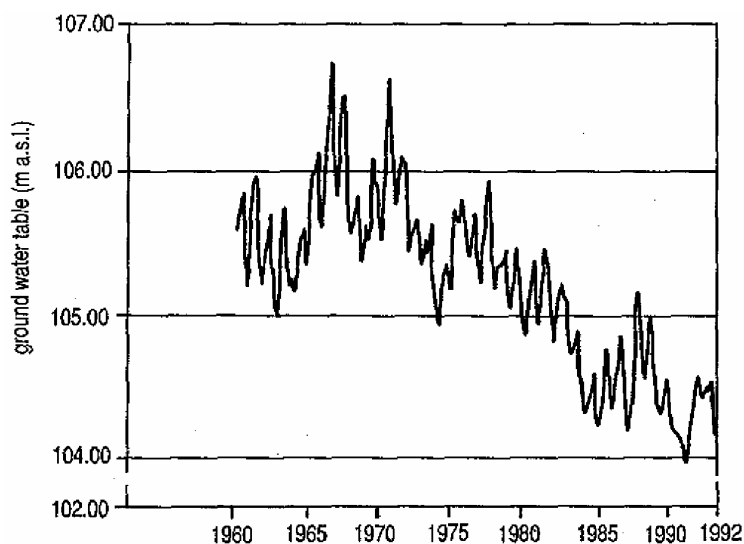
Aridification research programme

Arról is szövtünk már, hogy az erdőterület csökkenése-növekedése is jelentős szerepet játszik a helyi vízháztartási viszonyok alakulásában. Az Alföld erdőszűtsége jelentős változásokon esett át (az 1000. év körüli 25–30%-ról a 19. sz. elejére leesett 6%-ra, ma pedig 10% körüli) (BARTHA D. 1993). A folyamatban hasonlóképpen fontos szerep jutott a folyószabályozásnak és a mocsaras területek lecsapolásának. Így tehát az elmúlt 150 év emberi beavatkozásait nem hagyhatjuk figyelmen kívül. Más emberi beavatkozások is fontos szerepet játszhattak – pl. a szennyvízelvezetés, öntözés, meliorációs intézkedések stb. –, ezekkel részletesen nem foglalkozunk.

A talajvízszint a Duna–Tisza közén jelentős mértékben ingadozott az elmúlt 100 évben. Amint említettük, az 1970-es évektől az 1990-es évek végéig jelentős mértékű volt a csökkenés. Példaként bemutatjuk az egyik talajvízkút ingadozásait 1952–1992 között (2. ábra). Az alábbiakban azt vizsgáljuk, hogyan hatott a talajvízszint csökkenése a talajdinamikára és a növényzet alakulására.

#### A talajdinamika változásai

Az éghajlatváltozást a talaj-alrendszerhez a talajvízszint süllyedése és a talajok nedvességtartalmának csökkenése közvetíti (VÁRALLYAY GY. 1994). A vízháztartás módosulása a talajképződés folyamatait rendszerint hosszabb távon, több évtized alatt befolyásolja. Érvényes ez a Duna–Tisza köze pozitív domborzati formáit (bucketetöit,



2. ábra. A talajvízszint folyamatos csökkenését jelző ingadozása az ágasegyházi talajvíz kútban (SZALAY, J.–LÓCZY, D. 1995)

Lowering of groundwater table in the well of Ágasegyház (Great Hungarian Plain) (SZALAY, J.–LÓCZY, D. 1995)

-lejtőit) borító, eleve szélsőséges vízgazdálkodású homoktalajaira is, kivételek viszont a szoloncsák talajok, amelyek vízdoldható (nátrium-) sóinak a szelvényen belüli átrendeződése rendkívül gyors és évszakos dinamikát mutat.

A részlegesen vagy teljesen kiszáradt szikes tavak szoloncsák jellegű fenéküledék-összletének vizsgálata különösen jó lehetőséget kínál a természetes (éghajlatváltozás), ill. antropogén hatásokra (vízrendezés, vízkivétel, öntözés stb.) visszavezethető szárazodás, összességében a táj átalakulásának, degradációjának nyomon követésére. A mélyre süllyedő talajvízszint és az általa kapilláris úton táplált talajnedvesség között megszűnik a kapcsolat, a szoloncsák talajdinamika megakad, sőt esetenként kilúgzás („sziktelenedés”) is fellép (KERTÉSZ Á. et al. 1998). Ennek következtében az addigiaktól eltérő összetételű – zártabb, kevésbé sötétő fajokban gazdag – növénytakaró megtelepedésére nyílik lehetőség.

A fent vázolt megfontolásból terjesztettük ki monitoring-vizsgálatainkat a Duna–Tisza közti futóhomokos mintaterület közvetlen szomszédságában található Szappan-szék kiszáradt tómedencéjére; ezek megítélésünk szerint jól kiegészíthetik a futóhomokos térség átalakulásának nyomon követését célzó, e tanulmány következő fejezetében részletesebben is bemutatott növény-szukcessziós kutatásokat.

A vizsgálatokat a Szappan-szék fenékszintjének legjellemzőbb pontján kiásott és az ismételt elemzések céljából nyitva hagyott talaj-alapszelvény helyszíni és laboratóriumi vizsgálatával, 1997 őszén kezdtük. Paradox módon, az 1998. év bőséges tavaszi és nyári csapadékaival vízzel tartósan szinültig telt talajgödörből újbóli mintavételre

nem kerülhetett sor, ám hogy legalább az első év sódinamikai változásait regisztrálhassuk, szeptemberben a szelvény közvetlen közelében lemélyített fúrásból vettünk mintát.<sup>4</sup> A két időpontra vonatkozó laboratóriumi vizsgálati adatokat az 2. táblázatban összegeztük, a tapasztalt talajtulajdonság- (összsó- és szódatartalom-) változásokat a 3. ábrán mutatjuk be.

2. táblázat. A Szappan-szék 1. szelvény alapvizsgálati eredményei a legmobilisabb talajjellemzők mennyiségi változásainak feltüntetésével

Mélység cm	CaCO <sub>3</sub> %	Humusz %	Összes só, %		Szóda, %		pH (vízben)	
			1997	1998	1997	1998	1997	1998
0–18	17,7	2,37	1,10	1,42	0,085	0,446	9,6	10,4
18–38	14,2	0,21	0,90	0,33	0,080	0,166	9,6	10,2
38–52	12,1	0,00	1,00	0,20	0,053	0,164	9,5	10,1
52–71	10,8	0,00	0,80	0,19	0,048	0,144	9,4	10,1
71–89	15,1	0,00	1,00	0,30	0,053	0,194	9,6	10,2
89–118	33,6	0,00	1,20	*	0,064	*	9,7	*

\*A talajvíz jelenléte a mintavételt lehetetlenné tette.

A kiválasztott talajszelvény minden szempontból megfelel a nátriumsókat tartalmazó, felszínközeli talajvíz hatására kialakult hazai szoloncsákoknak (szinttagozottsága kifejezetten egyhangú, CaCO<sub>3</sub>-tartalma magas, kémhatása erősen lúgos [pH > 9]), sőt – minden bizonnyal tőfenéki előfordulása miatt – néhány tulajdonsága markánsabb amazokénál: só-, ezen belül szódatartalma minden szintben és mindkét mérési időpontban, esetenként jelentős mértékben meghaladja az e talajtípusra megállapított határértékeket (2. táblázat).

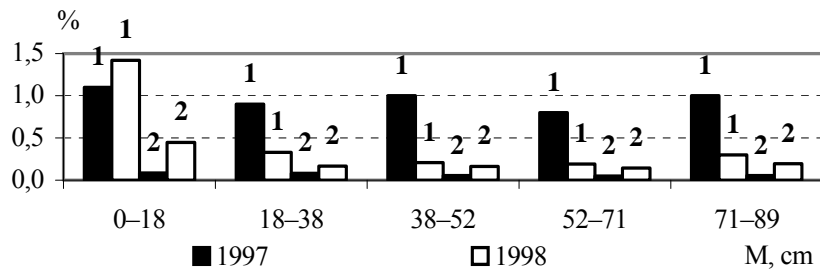
Ami most már az első megismételt vizsgálatból (1998 szeptember) levonható következtetéseket illeti, megállapíthatjuk, hogy

1. a talaj összes sótartalma a legfelső horizont kivételével jelentősen – harmadára-ötödére – csökkent;
2. minden szintben nagymértékben megnőtt a szódatartalom, s ezzel párhuzamosan bő 0,5 (legfelül csaknem 1) értékpontra a pH;
3. az említett talajjellemzők mennyisége 70 cm-es mélységig folytonos – a legfelső két szint között ugrásszerű – csökkenést mutat.

A fenti megállapítások közül egyedül a 2. számmal jelzett tény magyarázata nem okozhat fejtörést: a szódatartalom megnövekedése törvényszerűen pH-növekedéssel jár együtt (lúgos hidrolízis!).

Az 1. és 3. megállapítás az eltelt egy év említett bővebb csapadékával, következőképp az év közben minden bizonnyal még magasabb talajvízállással hozható kapcsolatba (1997 szeptemberében a nyugalmi talajvízszintet 115, pontosan egy év múlva 72 cm mélységben mértük). Az említett sóeloszlás mindkét esetben a megemelkedett talajvízszint és a föllette kialakult kapilláris zóna eltérő sóvisszaoldó és -kicsapó hatásá-

<sup>4</sup> Mindkét mintavételt legalább egy hetes csapadékmentes időszak előzött meg.



3. ábra. Az összes só (1) és a szóda (2) tartalom változása a Szappan-szék 1. szelvényében 1997–1998 között. – M = mélység

Changes of the total salt (1) and sodium carbonate (2) content between 1997–1998 in profile of Szappan-szék. – M = depth

nak törvényszerű következménye. Magas talajvízállás idején a sók többsége oldatba került (összsó-fogyás), a legoldékonyabb, következésképp a legtávolabbi oldatban maradó szódát pedig a víztükör lesüllyedésekor – a felette mindig jelen levő – kapilláris zóna emelte vissza a talajszelvénybe. A legfelső szint kiugró sótartalma – mint ez a mechanikai elemzésből kiderül – részben e szint ugyancsak kiugróan magas finomfrakció-tartalmának köszönhető.

Kísérletképpen megvizsgáltuk, milyen sótartalom-értékek és sóprofil-görbék jellemezték a mintaszelvényünktől több tucat km távolságban, 1980-ban felvett, hasonló képződési feltételek között kialakult szódás szoloncsákokat, feltételezván, hogy ezeket saját adatainkkal összevetve képet kapunk az ilyen típusú talajokban csaknem két évtized alatt végbement dinamikai változások főbb tendenciáiról. Az összehasonlításhoz mindössze két szelvény<sup>5</sup> adatait találtuk alkalmasnak (3–4. ábra).

Az ábrákat elemezve, az alábbi megállapítások tehetők:

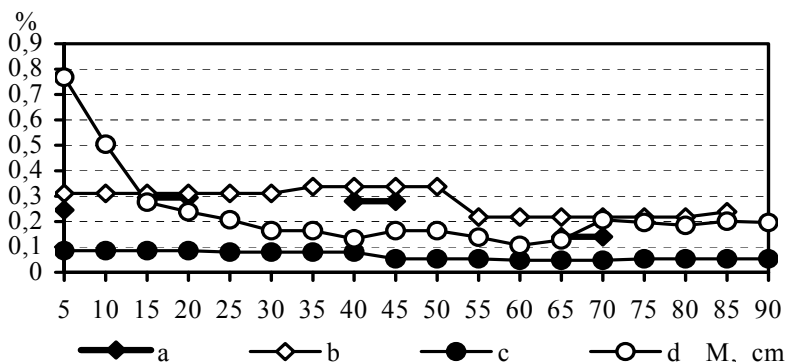
a) az összsó- és a szódatartalom az 1980-ban megvizsgált mindkét talajszelvényben a mélyebb szintek felé lassan, többé-kevésbé egyenletesen csökken; a görbék egymáshoz közeli futása a szelvények nagyjából azonos sóviszonyaira utal;

b) az általunk vizsgált mintaszelvény ugyanezen paramétereit 1997-ben – eltekintve a rétegzettség sajátosságaiból eredő kisebb ingadozásoktól – hasonló szelvénybeli eloszlást mutatnak (a görbék hasonló lefutásúak), ám feltűnő, hogy az össz-só-, ill. a szódatartalom-görbék az „átlagoshoz” (az a) pontban jellemzett szelvényekéihez) képest minden szintben jóval magasabb, ill. lényegesen alacsonyabb sómennyiségeket jeleznek;

c) az 1998-as sóprofil-görbéknek viszont a lefutása tér el jelentősen az említettékétől: mind az össz-só-, mind a szódatartalom kiugró értékeket vesz fel a szelvény legfelső 15–20 cm-es rétegében.

<sup>5</sup> A szelvényeket az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetének munkatársai vették fel és vizsgálták meg (Jelentés..., 1980)





4. ábra. A Duna–Tisza köze szoloncsák talajai sóda tartalmának tér- és időbeli összehasonlítása. – a és b = két különböző, 1980-ban felvett talajszelvény; c és d = a Szappan-szék 1. szelvény vizsgálati értékei két különböző időpontban (1997-ben és 1998-ban); M = mélység

Spatial and temporal comparison of total soda contents in the solonchak soils of the Danube–Tisza Interfluve. – a and b = two different profiles described in 1980; c and d = values of profile Szappan-szék 1 at two dates (1997 and 1998). – M = depth

A fenti tények egyelőre csak óvatos következtetések levonását teszik lehetővé:

– mindössze két szelvény sóprofiljai alapján – egyelőre – törvényszerűnek tűnik, hogy az azonos feltételek között képződött és a szárazodással még kevésbé sújtott szoloncsák talajok sótartalma és a sók szelvénybeli eloszlása nagymértékben hasonló (l. a) pont) – ezt természetesen még sokkal több „rég” talajszelvény elemzésének kell megerősítenie vagy cáfolnia;

– a hosszabb (egy-két évtizedes) száraz periódust átélt szoloncsák talajok szódatartalma az egész szelvényből nagymértékben kilúgódik és minden szintben egyenletesen alacsony értékeket vesz fel (v. ö. b) pont) – ez a feltételezett „sziktelenedés” egyik közvetlen bizonyítéka lehet;

– a száraz években kialakult sóviszonyok egyes erősebben csapadékos években gyökeresen megváltozhatnak, amikor is a talajvízszint felemelkedése majd lesüllyedése, ill. a kapilláris zóna újbóli kialakulása következtében – vélhetően átmenetileg – a sók ismét a felsőbb talajszintekben koncentrálnak (l. c) pont).

Tisztában vagyunk azzal, hogy a továbbiakban nem elégedhetünk meg az évenként egyszeri mérésekkel; *e folyamatok* pontos magyarázatához további és sűrűbb ismétlésben végzett (évszakos, ill. a csapadékhullásokhoz és a hóolvadáshoz igazodó) és az ioneloszlást is figyelembe vevő vizsgálatokra van szükség. Ezek eredményeként a másik fontos kutatási cél, a sóforgalom változásaihoz igazodó növényi szukcesszió törvényszerűségeinek feltárása is megvalósítható.

#### A növényzet változása

Köztudomású, hogy az éghajlat változása alapvetően befolyásolja egy adott földrajzi régió belül az egyes fajok elterjedését, gyakoriságát, az életközösségek (társulások) térfoglalását. Mivel a klímaváltozás – természetes körülmények között – emberi

léptékekkel mérve igen lassú folyamat és a fajok mindegyike rendelkezik tágabb–szűkebb tűrőképességgel, az élővilágnak a klímaváltozásra adott válaszreakcióiban bizonyos fáziskésés figyelhető meg. Egy-egy hosszabb időszakot felölelő klímaperióduson belül kisebb-nagyobb, olykor igen rövid időtartamú klímaingadozások is nyomon követhetők, amelyeknek az élővilágra gyakorolt hatása nem releváns. Mindezekre figyelemmel, a fülöpházi mintaterületen kitűzött és állandósított cönológiai kvadrátokban (ezek a Duna–Tisza közti nyílt évelő homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae danubiale*) különböző szubasszociációit reprezentálják) a klasszikus cönológiai felvételezésen kívül olyan növényfajok vizsgálatát kezdtük meg, amelyek mennyiségi (egyedszám-) változása feltételezésünk szerint összefüggésbe az éghajlat szárazodásával. A mintanegyzetek kijelölésének alapvető szempontja volt a vizsgálandó vegetációtípusnak a talajvízhatástól való függetlensége is.

A kiválasztott négy növényfaj közül kettő kétszikű (*Euphorbia seguierana* – pusztai kutyatej, *Artemisia campestris* – mezei üröm), kettő pedig egyszikű pázsitfű-faj (*Festuca vaginata* – magyar csenkesz, *Stipa borysthenica* – homoki árvalányhaj). A két pázsitfű-faj egyúttal az évelő nyílt homokpuszta-gyepnek társulásalkotó, uralkodó növénye.

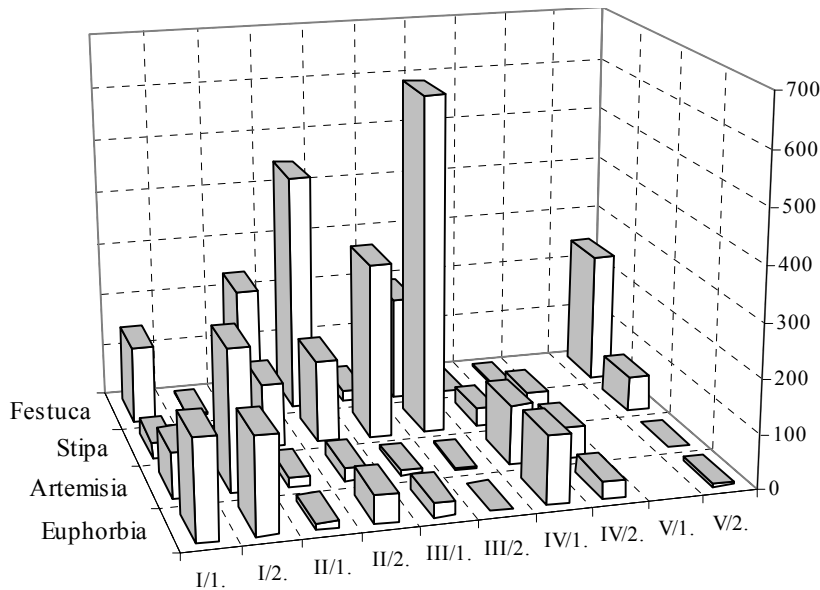
A BORHIDI-féle relatív ökológiai indikátor értékek (BORHIDI, A. 1995) csoportján belül a relatív talajvíz-, ill. talajnedvesség indikátorszámai (WB-érték) szerint a *Festuca vaginata*, a *Stipa borysthenica* és az *Euphorbia seguierana* a hosszú száraz periódusú termőhelyek szárazságjelző növényeit (WB=2), az *Artemisia campestris* pedig az alkalmilag üde termőhelyen is előforduló szárazságtűrő növényeket (WB=3) reprezentálja. Így e négy növényfaj egyedszám-változásának mintanegyzetekben való nyomon követése egyszerű, de igen megbízható módszernek tekinthető a klímaváltozás kimutatását illetően.

Az utóbbi évek terepbotanikai kutatásai megállapították, hogy az évelő nyílt homokpuszta-gyepekben a *Stipa borysthenica* növekvő dominanciát mutat a *Festuca vaginata*-val szemben. Ez közvetve összefüggésbe hozható a Kárpát-medence éghajlatának feltételezett szárazodásával: a mélyebb gyökérszerű, tehát a nedvesebb talajrétegeket is elérő *Stipa borysthenica* jobban tolerálja a termőhely klimatikus okokra visszavezethető szárazodását, mint a sekélyebb gyökérszerű, a gyorsan kiszáradó legfelső talajrétegben megkapaszkodó *Festuca vaginata*.

A fentiekben vázoltakra figyelemmel, a négy növényfaj tömegviszonyainak együttes változásán túlmenően az egyes fajok egymáshoz viszonyított mennyiségi változását is vizsgálnunk kell, különös tekintettel a *Stipa–Festuca*-arány alakulására. A *Stipa–Festuca* arányt a tetőhelyzetben lévő kvadrátokban vizsgáljuk – a kitétség mikroklimatikus hatásának befolyását elkerülendő. A *Stipa* dominanciája volt kimutatható. Az egyedszám tekintetében több mint négyszeres a *Stipa* fölénye.

A fülöpházi mintaterület öt különböző mikrohabitat-jában kitűzött 10, egyenként 25 m<sup>2</sup>-es kiterjedésű kvadrátban a négy említett növényfaj egyedszám-felvételezése megtörtént (5. ábra). Az újrafelvételezéseket éves rendszerességgel végezzük.

Ahhoz viszont, hogy a botanikai adatsorokból értékelhető – értelmezhető (!) – következtetésekhez jussunk, a vizsgálatokat hosszú távú programként (long term monitoring) kell folytatni. Ennek indokául Magyarország klímájának sajátosságai szolgálnak.



5. ábra. A négy vizsgált növényfaj (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthenica*, *Artemisia campestris*, *Euphorbia seguieriana*) egyedszámának alakulása az I/1. – V/2. kvadrátokban, 1997-ben

Distribution of the individuals of the plant species investigated in detail (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthenica*, *Artemisia campestris*, *Euphorbia seguieriana*) in the quadrates (I/1–V/2)

Elég arra gondolnunk, hogy az elmúlt másfél évtized csapadékszegény időszaka az utóbbi négy csapadékos évvel megszakadt, s nem tudni, folytatódik-e ez, avagy csupán rövid epizód volt az antropogén hatásokra is felgyorsuló szárazodás folyamatában (KERTÉSZ, Á. et al. 1999).

### Diszkusszió

A fenti eredmények – amint arra többször is utaltunk – egy rövid, száraz időszakot értékelnek.

Három természetföldrajzi tényezőt vizsgáltunk: a talajvizet, a talajt és a növényzetet. Közülük a talajvízszint a folyamatok alakulásának irányítójaként fogható fel. A két másik tényező a változásokra bizonyos fáziskéséssel, ugyanakkor mégis viszonylag gyorsan reagál. Vonatkozik ez arra az esetre is, ha a változások a nedvesedés irányába történnek. A talajdinamika és a növényzet változásának egy rövid, pillanatfelvételszerű vizsgálata tehát nem elegendő ahhoz, hogy abból a klímaváltozás hatására bármilyen végérvényű következtetést vonjunk le.

A tanulmányban bemutatott eredmények tehát csupán egy kis lépést jelentenek azon az úton, amely a globális éghajlatváltozás hatásának felderítéséhez vezet. Ahhoz, hogy megbízható értékű megállapításokat fogalmazzunk meg, sok kis lépés és mindezek előtt pedig hosszabb időszakra vonatkozó adatok kiértékelése szükséges.

IRODALOM

- BARTHA D. 1993. Az Alföld jelenkori vegetációjának kialakulása. – *Hidrológiai Közöny* 73. 1. pp. 17–19.
- BERÉNYI P.–ERDÉLYI M. 1990. A rétegvíz szintjének süllyedése a Duna–Tisza közén (Sinking confined groundwater under the Danube–Tisza Interfluve). – *Vízügyi Közlemények* 72. 4. pp. 377–397.
- BORHIDI, A. 1995. Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. – *Acta. Bot. Hung.* 39, No. 1–2., 97–181.
- KERTÉSZ Á. 1996. A fokozódó szárazság természetföldrajzi következményei Magyarországon. – *Agrártudományi Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő, Pszicholingva Kiadó, Szada, Környezet- és Tájgazdálkodási Füzetek* II/4. pp. 49–54.
- KERTÉSZ, Á.–HUSZÁR, T.–LÓCZY, D.–MATTYASOVSKY, I.–MIKA, J.–MOLNÁR, K.–SZALAY, J.–SZALAI, L. 1997. MEDEAST: The MEDALUS Programme in Eastern-Central Europe. – In: THORNES, J. and MAIROTA, P. (eds.): *MEDALUS II. Atlas of European Mediterranean Desertification: A Research Synthesis*. John Wiley, Chichester
- KERTÉSZ, Á.–LÓCZY, D.–MOLNÁR, K.–SZALAI, L. 1998. Consequences of increasing aridity in the temperate zone: example Hungary. – In: A. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, C. C. JIMÉNEZ MENDOZA and M. L. TEJEDOR SALGUERO, (eds): *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures*. Geoforma Ediciones, Logrono, pp. 287–303.
- KERTÉSZ, Á.–LÓCZY, D.–MIKA, J.–PAPP, S.–HUSZÁR, T.–SÁNTHA, A. 1999. Studies on the impact of global climate change on some environmental factors in Hungary – Időjárás, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 103, No. 1, January–March, pp. 37–65.
- LE HOUÉROU, H. N. 1996. Climate change, drought and desertification. – *Journal of Arid Environments*, 34. 133–185.
- LIEBE P. (szerk.) 1993. Talajvízsüllyedés a Duna–Tisza közti hátságán: A helyzet okai és a javítás lehetőségei (Subsidence of groundwater levels on the Danube–Tisza Interfluve: Reasons for the present situation and ways of improvement). – VITUKI, Budapest. 158 p.
- MAJOR P.–NEPPEL F. 1988. A Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedések. – *Vízügyi Közlemények* LXX. 4. 605–626.
- PÁLFAI I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon (Drought in Hungary in 1990). – *Vízügyi Közlemények* 73. 2. pp. 117–133.
- PÁLFAI I. 1992. A Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedések okai. – MHT. X. Országos Vándorgyűlés. IV. kötet. Szeged.
- PÁLFAI I. 1995. A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái és megoldásuk lehetséges útjai (Water management problems on the Danube–Tisza Interfluve and possible solutions). – *Vízügyi Közlemények* 76. 1–2. pp. 144–164.
- PÁLFAI I. 1996. A talajnedvesség és a talajvízállás változásai az Alföldön (Changes of soil moisture and groundwater level in the Great Hungarian Plain). – *Vízügyi Közlemények* 78. 2. pp. 207–218.
- SZALAY, J.–LÓCZY, D. 1995. Some trends in groundwater level changes on the Danube–Tisza interfluvial region, Hungary. – *MEDALUS Working Paper No. 57*, King's College, London
- UNCOD 1977. *Proceedings of the Desertification Conference*. Nairobi: UNEP, and New York: Pergamon Press. 448 pp.
- VÁRALLYAY GY. et al. 1981. Magyarország agroökológiai potenciálját meghatározó talajtani tényezők 1:100 000-es méretarányú térképe (Map of soil properties controlling the agroecological potential of Hungary on 1 to 100 000 scale). – *Földr. Ért.* 30. pp. 235–250.
- WMO 1978. *Drought in Agriculture*. Prepared by: HOUNAM, C.E., BURGOS, J. J., KALIK, M.D., PALMER, C.W. & RODDA, J. Technical note no. 138, WMO No. 392. – WMO Geneva. 127 p.