

## Szerves folyadékok beszivárgásának vizsgálata talajoszlopokon

MAKÓ ANDRÁS és MÁTÉ FERENC

Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely

A hazai környezetvédelmi és talajtani kutatások egyre hangsúlyosabb területe a szerves folyadékokkal szennyezett talajok vizsgálata. A legjelentősebb szennyező források a különféle szénhidrogén származékok, amelyek a szállító- illetve tároló létesítmények meghibásodása során kerülhetnek a talajfelszínre. De például a hibásan szigetelt hulladék-lerakók környékén egyéb szerves szennyező folyadékok talajba szivárgásával is számolhatunk.

A beszivárgó szennyező folyadék a talajréteg, illetve talajképző kőzet tulajdonságaitól (porozitás, átteresztőképesség, talajnedvesség, kapilláris vezetőképesség, stb.) és a folyadék mennyiségétől, valamint anyagi minőségétől (viszkózitás, felületi feszültség, stb.) függően hosszabb-rövidebb idő alatt a talajvízbe juthat (CONCAVE, 1979).

A hatékony kárelhárításhoz elengedhetetlen a szennyezett talaj illetve a szennyező folyadék fent említett paramétereinek ismerete, valamint a folyadékmozgás és - megkötődés - e paraméterek által meghatározott - törvényszerűségeinek mind teljesebb feltárása. Az ilyen ismeretek birtokában biztonsággal kidolgozhatók a talajok dekontaminációjának fizikai (talajcsere, levegőztetés, szivattyúzás), fizikai-kémiai (a szorpciós erők megváltoztatása), kémiai (különböző termikus eljárások) illetve mikrobiológiai módszerei (FILIP & MILDE, 1988; SCHÜSSER & WEBB, 1988; BRUCKNER, 1987).

A talajvizsgálati eljárások között szintén találkozunk olyanokkal, amelyek a talaj szilárd fázisát szerves folyadékokkal hozzák kapcsolatba (DARAB et al., 1956; KRUPSZKI, 1961).

A nem vizes folyadékok különféle talajokban történő mozgását tanulmányozó kutatások zöme a talajfolyadék-rendszert - leegyszerűsítve - kétfázisúnak tekinti (vagyis a talaj szennyező folyadékkal való teljes telítettségét feltételezi) és a hidraulikus vezetőképességet vizsgálja (CONCAVE, 1981). Az az eset azonban, amikor a szennyező folyadék a talaj pórusterét teljes mértékét kitölti, viszonylag ritkán fordul elő (pl. talajvíz felszínén úszó olajlencse esetében), a folyadékfázis pedig ilyen esetekben is ritkán tekinthető egykomponensűnek.

Az egyszerűség kedvéért a hidraulikus vezetőképesség talajtulajdonságoktól való függésének vizsgálatakor általában a talajok mechanikai összetételének különbözőségeit veszik figyelembe. Kevésbé feldolgozott ugyanakkor a témakör azon területe, melyben a talajok tömődöttségét, agyagásvány-tartalmát, humusztartalmát, stb. vizsgálják a folyadékmozgás sebességével összefüggésben (MITCHELL et al., 1965; DAVID, 1987; SZEPESSY, 1991).

A gyakorlatban a különböző szabványok (MÉMSz-206. 1978) és módszerek (STEFANOVITS, 1981; VÁRALLYAY, 1972, 1973, 1974, 1987) a hidraulikus vezetőképesség (K) különféle mechanikai összetételű talajokra különféle folyadékokkal mért vagy számított értékeit felhasználva becslik a talajfelszínre ömlő folyadékok mélyebb rétegekbe történő beszivárgását (CONCAVE, 1981; SAJGÓ & STEFÁN, 1989).

A szakirodalomban talált - és a fentiekben vázolt - egyszerűsítések finomítása és pontosítása céljából kezdtük meg vizsgálatainkat (MAKÓ & MÁTÉ, 1991). Jelen közleményünkben a talajfelszínre ömlött különféle folyadékok beszivárgásával foglalkozó előkísérlet-sorozatunk eredményeit ismertetjük.

A talajok víznyelő- és vízvezető-képességének mérésére különféle helyszíni és laboratóriumi módszerek ismeretesek. A laboratóriumi vizsgálatokat - a természetes viszonyok modellezése céljából - általában eredeti szerkezetű mintákon végzik. Olyan laboratóriumi módszereket is ismerünk azonban, melyek a talajokban történő, lefelé irányuló folyadékmozgást (VÁRALLYAY, 1972) hasonlítják össze bolygatott talajokból előállított, közel homogén talajoszlopokon (SZELÉNYI, 1954; SZÁSZ & SZELÉNYI, 1987). Ezek az ún. "beázási vizsgálatok" nem különböztetik meg a víznyelés és a vízáteresztés fázisait, hanem a különböző talajok beázási profilját, valamint a vizsgált talajréteg levegőzési viszonyait tanulmányozzák az idő függvényében.

Laboratóriumi vizsgálatainkban elsősorban a különféle talajok beázási profiljai közötti különbségekre voltunk kíváncsiak olyan esetekben, amikor a folyadék a víztől eltérő anyagi minőségű. A mesterséges talajoszlopok használatával egyrészt kizártuk a beszivárgás természetes talajszerkezettel, tömődöttséggel stb. való kapcsolatának vizsgálatát (és így eredményeink természetes körülményekre csak korlátozottan vonatkoztathatók), másrészt azonban kiküszöböltük a természetes körülmények között gyűjtött bolygatatlan talajoszlopok heterogenitásából adódó kiértékelési nehézségeket.

### Anyag és módszer

A kísérletsorozathoz fizikai féleségükben és agyagásvány-összetételükben jelentősen eltérő talajokat választottunk. A mintavételi helyek kijelölését STEFANOVITS (1989) a talajok agyagásvány-készletére vonatkozó kutatási eredményeire támaszkodva végeztük. Az általunk begyűjtött talajminták:

1. bazalton kialakult szmektit domináns fekete nyirok talaj;
2. dolomiton képződött fekete rendzina talaj;

3. bazaltos lejtőhordalékon kialakult, illit és klorit domináns agyagbemosódásos barna erdőtalaj;
4. agyagfrakciójában túlnyomó részt kaolinitet és illitet tartalmazó barnaföld, permi vörösgyagos üledéken;
5. agyagfrakcióként szinte kizárólag kaolinitet tartalmazó, bauxites vörös-agyagon képződött barnaföld;
6. savanyú homokon kialakult, igen könnyű mechanikai összetételű agyagbemosódásos barna erdőtalaj;
7. homokos löszön képződött, illitet, kloritot, illetve kevés vermikulitot tartalmazó Ramann-féle barna erdőtalaj.

Vizsgálataink céljára a talajok felső 20 cm-éből vettünk mintát. A mintázott szintek vizsgálati eredményeit (STEFANOVITS, 1989) alapján előző közleményünkben ismertettük (MAKÓ & MÁTÉ, 1991).

A begyűjtött talajmintákat légszáraz állapotig szárítottuk, ledaráltuk, majd 2 mm-es szitán átengedtük.

A kísérletekhez négyféle folyadékot használtunk:

- desztillált víz;
- etanol;
- széntetraklorid;
- izooktán.

Kiválasztásukat jól különböző polaritásuk, molekulaméretük és fizikai paramétereik indokolták (MAKÓ & MÁTÉ, 1991).

Az izooktánt (2,2,4-trimetil-pentán) az SzKFI (Százhalombatta) Kőolajfeldolgozási Főosztályától kaptuk kísérleteinkhez, a kőolajipari termékek talajban történő mozgásának tanulmányozása céljából.

Az átszitált, homogenizált talajokat - gumidugóhoz való óvatos ütögetés mellett - 18 mm belső átmérőjű üvegcsővekbe töltöttük. Az 500 mm-es talajoszlopok számára szilárd támaszt az üvegcsővek aljára erősített műanyag szitaszövetekkel biztosítottunk.

Mértük a betöltött talaj tömegét, illetve légszáraz nedvességtartalmát.

Az oszlopokban lévő talajra 100 mm (25,4 cm<sup>3</sup>) folyadékot adagoltunk egy talpas tölcser segítségével.

A folyadékadagolástól számított 0,5; 1.; 2.; 3.; 4.; 5.; 6. és 22. órában mértük a beszivárgott folyadék mennyiségét és a beázási mélységet mm-ben.

Mérési eredményeinkből ezután kiszámítottuk a redukált beázási értéket (SZÁSZ & SZELÉNYI, 1987):

$$b = \frac{100 \cdot b_1 \cdot v}{(100 \cdot v) + (vt\% \cdot Ts \cdot b_1)}$$

ahol:

- b: redukált beázási érték (mm);
- b<sub>1</sub>: ténylegesen mért beázási érték (mm);
- v: a talajba szivárgott folyadék (mm);

vt%: a légszáraz talaj nedvességtartalma száraz tömeg %-ban;

Ts: a talaj száraz térfogattömege.

A redukált beázási érték fogalmának bevezetése az abból eredő kísérleti hibaforrás áthidalása miatt szükséges, hogy a beázási értékeket egyrészt a talajba beszivárgott folyadék mennyisége, másrészt az eredeti légszáraz talaj nedvességi állapota is befolyásolja.

A redukált beázási érték tehát azt mutatja, hogy a légszáraz talaj nedvességétől függetlenül a talajba beszivárgott folyadék milyen mélyen áztatta volna át a talajt.

A négyféle folyadékkal, hét különböző talajjal (három ismétlésben) végzett kísérletek mérési eredményeinek feldolgozását az alábbiak szerint végeztük:

Variancia-analízis segítségével elemeztük mérési eredményeinket. A különböző talajféléseket különböző kezeléseknél tekintve egytényezős variancia-analízissel összehasonlítottuk egy adott leolvasási időponthoz és egy kiválasztott folyadékhoz tartozó beázási értékeket. Arra kerestünk választ, hogy a talajfelszínre kiömlő adott mennyiségű folyadék meghatározott idő alatt történő talajba szivárgását - az adott folyadék esetében - mennyire befolyásolja a talaj minősége. Ezután a különböző folyadékféléseket választottuk különböző kezeléseknél és így hasonlítottuk össze egytényezős variancia-analízissel az eltérő talajfélésekhez tartozó beázási értékeket, azt vizsgálva, hogy egy meghatározott típusú talaj felszínére kiömlő adott mennyiségű folyadék bizonyos idő alatt történő talajba szivárgását mennyire befolyásolja a kiömlött folyadék anyagi minősége. Mindkét esetben az egymástól szignifikánsan ( $P = 5\%$ ) különböző kezeléscsoportokat a Duncan-tesztel értékeltük.

Végül a beázás idő függését vizsgáltuk. A szakirodalomból ismert, hogy a beázás mélysége ( $h$ ) és időtartama ( $t$ ) közötti összefüggést leginkább a kapilláris folyadék-emelésre is érvényes Freundlich-féle egyenlet írja le:

$$h = a \cdot t^b$$

ahol:  $a$ ,  $b$  az egyenlet állandói. Az egyenlet " $a$ " állandója egybeesik az 1 óra alatti beázás értékével, míg a " $b$ " állandó matematikailag a beszivárgás sebességét jelzi (DIGLÉRIA et al., 1957).

A különböző leolvasási időpontokban mért beázási értékek ismétléstábláit függő változónak ( $h$ ), a leolvasási időpontokat pedig független változónak ( $t$ ) tekintve az eltérő folyadékokkal illetve talajokkal mért adatsorokra a Freundlich-féle időfüggvényt illesztettük regresszió-analízissel.

### Az eredmények ismertetése

A beázási vizsgálataink mérési adatainak kiértékelése során végzett egytényezős variancia-analízisek eredményeit az 1. táblázatban, illetve az 1. ábrán mutatjuk be. (A táblázatban a kezeléscsoportok mellett különböző kisbetűkkel jelöltük a Duncan-teszt alapján egymástól szignifikánsan különbözőnek ( $P = 5\%$ ) tekinthetőket.)

1. táblázat  
A különböző talajok beázási értékeinek egytényezős variancia-analízise

(1) Min- ta szá- ma	(2) Mérési időpontok (óra)							
	0,5.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	22.
<u>A. Desztillált víz</u>								
1.	89,9 b	125,3 c	167,6 d	177,6 d	181,9 d	184,6 d	185,4 c	199,3 c
2.	127,3 a	176,3 b	221,5 b	231,7 b	237,3 b	241,1 b	243,2 b	269,0 b
3.	40,7 e	57,1 f	78,8 f	95,1 f	109,0 f	120,5 f	132,5 d	205,3 c
4.	53,0 d	74,1 e	102,2 e	128,0 e	149,1 e	167,5 e	181,9 c	246,2 b
5.	71,2 c	107,4 d	160,8 d	202,5 c	220,3 c	225,6 c	229,7 b	247,7 b
6.	87,3 b	126,8 c	183,2 c	226,0 b	261,5 a	282,8 a	292,7 a	343,3 a
7.	136,5 a	200,0 a	252,1 a	265,6 a	272,8 a	279,8 a	284,7 a	327,1 a
<u>B. Etanol</u>								
1.	114,2 a	157,8 a	192,8 b	205,9 b	213,2 b	218,5 c	223,9 b	255,6 d
2.	101,2 b	145,8 a	199,5 ab	236,4 a	251,5 a	263,3 ab	271,3 a	323,2 b
3.	45,9 d	65,7 c	88,4 d	106,0 d	122,9 c	136,2 d	146,8 c	222,6 e
4.	75,0 c	107,5 b	145,9 c	175,9 c	199,7 b	215,2 c	226,1 b	285,0 c
5.	74,9 c	106,1 b	143,6 c	174,2 c	198,5 b	213,6 c	222,7 b	254,0 d
6.	74,9 c	110,8 b	155,6 c	190,9 bc	221,3 b	248,1 b	265,7 a	339,9 ab
7.	103,3 b	157,5 a	217,0 a	246,7 a	264,0 a	274,6 a	284,6 a	349,0 a
<u>C. Széntetraklorid</u>								
1.	192,5 b	219,4 c	248,8 d	252,6 c	261,1 d	266,8 d	272,3 d	311,2 e
2.	165,9 c	229,4 bc	273,8abc	292,4 ab	305,3 bc	314,8 bc	323,4 bc	385,5 bc
3.	176,3 bc	218,7 c	255,7 cd	269,2 bc	277,0 cd	282,7 cd	288,5 cd	327,0 de
4.	151,6 c	219,0 c	266,2bc	283,0 bc	293,7bcd	302,6bcd	308 bcd	355,8 cd
5.	243,8 a	271,1 a	291,0 ab	301,3 ab	308,0 bc	313,4 bc	318,2 bc	344,0 d
6.	152,2 c	222,5 c	280,4abc	303,3 ab	318,1 ab	329,5 ab	339,0 ab	403,7 ab
7.	187,2 b	258,3 ab	301,1 a	326,0 a	344,0 a	356,4 a	367,0 a	424,3 a
<u>D. Izooktán</u>								
1.	218,2 a	239,3 b	259,2 b	270,7 c	278,6 c	285,8 c	290,4 c	333,8 d
2.	206,6 ab	251,8 b	279,5 ab	294,4abc	305,1 bc	313,0 bc	321,2 bc	388,3 bc
3.	199,0 ab	244,0 b	272,2 b	285,8 bc	294,9 bc	301,2 bc	306,8 bc	353,2 cd
4.	180,1 bc	240,4 b	278,2 ab	295,9abc	308,6abc	317,2 bc	324,6 bc	383,1 bc
5.	209,3 ab	249,5 b	272,7 b	284,7 bc	292,6 bc	297,7 c	302,0 c	335,3 d
6.	156,6 c	227,1 b	285,6 ab	307,1 ab	322,4 ab	333,4 ab	342,8 ab	417,1 ab
7.	219,0 a	301,7 a	306,7 a	327,3 a	341,4 a	353,3 a	363,0 a	442,0 a

A variancia-analízis alapján a redukált beázási értékek alakulását a következőképpen jellemezhetjük:

A beázás mélysége mind a négy vizsgált folyadék esetében a könnyebb mechanikai összetételű talajokon a legnagyobb (1. táblázat). Míg azonban a desztillált víz beázási értékei már a kezdeti leolvasási időpontoktól kezdve a 2., 6. és 7. számú - kis kötöttségű - talajmintán szignifikánsan a legnagyobbak, addig az etanolnál csak az 5. óra után, a széntetraklorid és az izooktán esetében pedig csupán az utolsó leolvasási időpontnál igazolható a könnyebb mechanikai összetételű talajok mélyebb beázása., és itt is elmosódottabbak a különbségek, mint az etanol és izooktán esetében.

A könnyű mechanikai összetételű talajok mélyebb beázása magyarázható azok durvább pórusaival és kis fajlagos felületével. A nagyobb elemi részecskék között több a nagyobb méretű pórus is, így kevesebb a kapilláris erők által visszatartható folyadék mennyisége. Továbbá ismert, hogy a szemcseméret növekedésével exponenciálisan csökken a fajlagos felület nagysága, ami viszont a részecskfelületeken adszorpcióval visszatartott folyadékmennyiség csökkenését eredményezi.

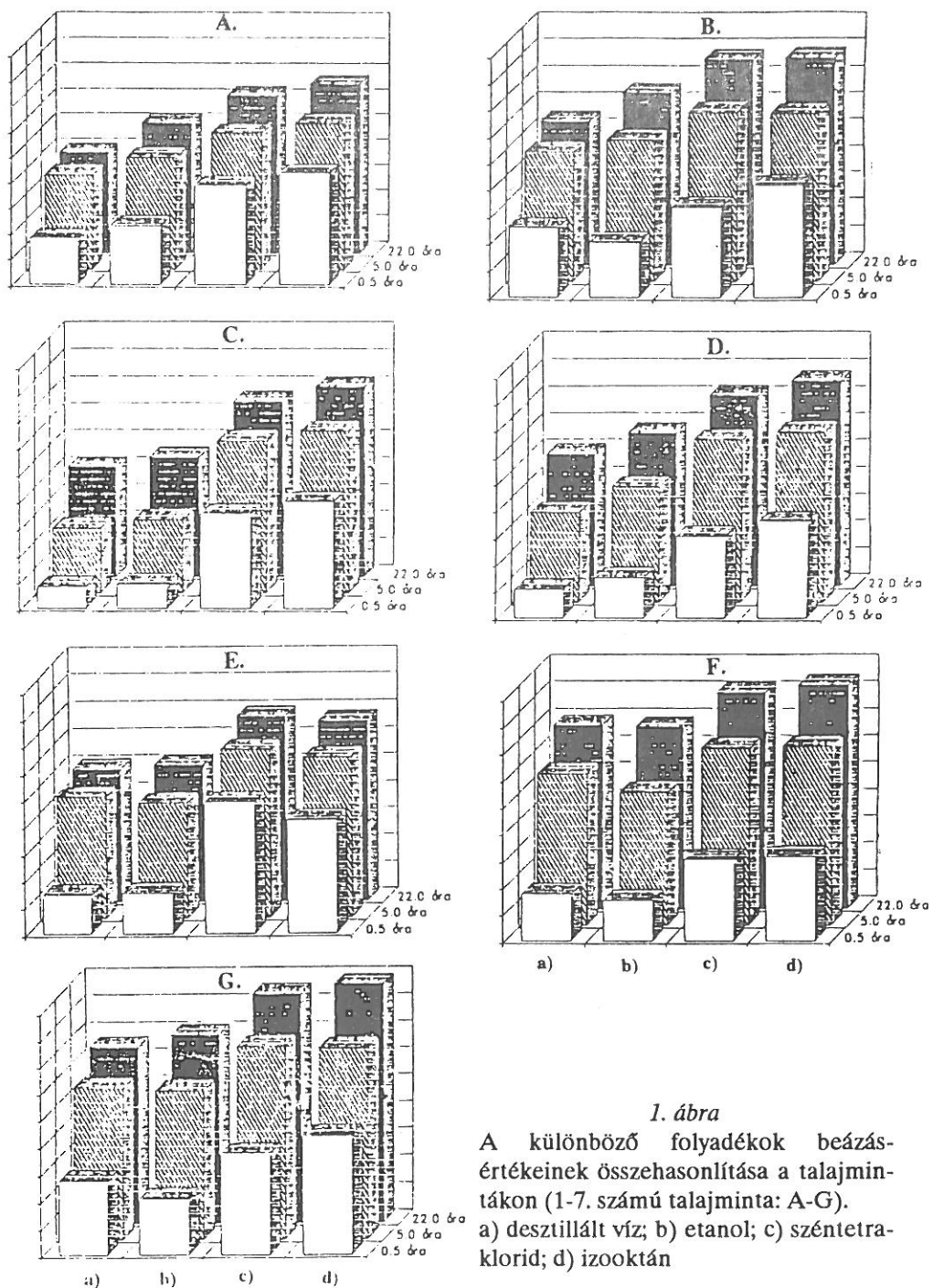
Ugyanakkor a kapilláris és adszorpciós erők nagysága a megkötődő folyadék minőségétől is függ. Az apoláros, kis viszkozitású folyadékok esetében - ezek kisebb megkötődése miatt - ezért elmosódottabbak az egyes talajfélések beázása közötti különbségek.

A kötött talajok esetében (1., 3., 4. és 5. számú minta) azt tapasztaltuk, hogy a beázás mélysége nem csupán az agyagfrakció százalékos arányának a függvénye, hanem nagyban függ az agyagásványok minőségétől és mennyiségi arányától is. E kettős hatással magyarázható, hogy a legnagyobb agyagtartalmú (88 %) 5. számú talajmintát tartalmazó oszlop beázása egyik vizsgált folyadék esetében sem volt a legkisebb. Ugyanakkor a csupán 20 %-os agyagtartalmú 1. számú minta - melynek agyagfrakciója viszont tekintélyes mennyiségű szmektitet tartalmazott, szinte minden esetben a legkisebb beázási értéket mutatta.

A desztillált vizes vizsgálatoknál a táguló rétegrácsú agyagásványokat tartalmazó talajok (1. és 3. számú) estében magyarázható azok csekély beázása a rétegrácsok közötti folyadékadszorpcióval, illetve a duzzadás miatti pórusméret - csökkenéssel (újabb kapilláris pórusok kialakulásával).

A többi - nagyobb molekulaméretű, illetve apoláros - folyadék esetén csak kis méretű duzzadás feltételezhető, azonban a különféle agyagásványok különböző mértékű adszorpciója befolyásolhatja a talajoszlopok folyadékvisszatartását, illetve a beázás mélységét.

Az egyes talajoszlopokon az eltérő folyadékokkal végzett beázási kísérletek eredményeit összehasonlítva (1. ábra) elsősorban az látható, hogy valamennyi talajminta esetében a legkisebb viszkozitású (0,54 cp), apoláros izooktán szivárgott a legmélyebbre. Szignifikánsan ettől nem, vagy alig különbözik azonban a valamivel nagyobb viszkozitású (0,97 cp), ugyanakkor több mint kétszeres fajsúlyú apoláros széntetraklorid redukált beázási értéke.



1. ábra

A különböző folyadékok beázásértékeinek összehasonlítása a talajmintákon (1-7. számú talajminta: A-G).  
a) desztillált víz; b) etanol; c) széntetra-  
klorid; d) izooktán



Az etanol és a desztillált víz nagy dipólusmomentumú (1,7-1,85), az előbbi folyadékoknál viszkózusabb (1-1,19). A redukált beázási értékek e folyadékoknál minden talajminta esetében szignifikánsan eltértek a széntetraklorid és izooktán esetében mértéktől, ezeknél lényegesen kisebbek voltak már a kezdeti leolvasási időpontokban is.

Azon talajminták esetében, ahol feltételezhető az agyagfrakció kisebb-nagyobb mértékű duzzadása (1., 3. és 4. sz. minta), már a 4. óra után látható és - a 3. számú mintát kivéve - igazolható a desztillált vizes és az etanos beázási értékek közötti különbség. A desztillált víz - a táguló rétegrácsú agyagásványok duzzadása miatt - kisebb mélységben képes beáztatni ezeket a talajoszlopokat, holott tulajdonságai egyébként nagyban hasonlóak a - rácsközi térben kevésbé megkötődő - etanolhoz.

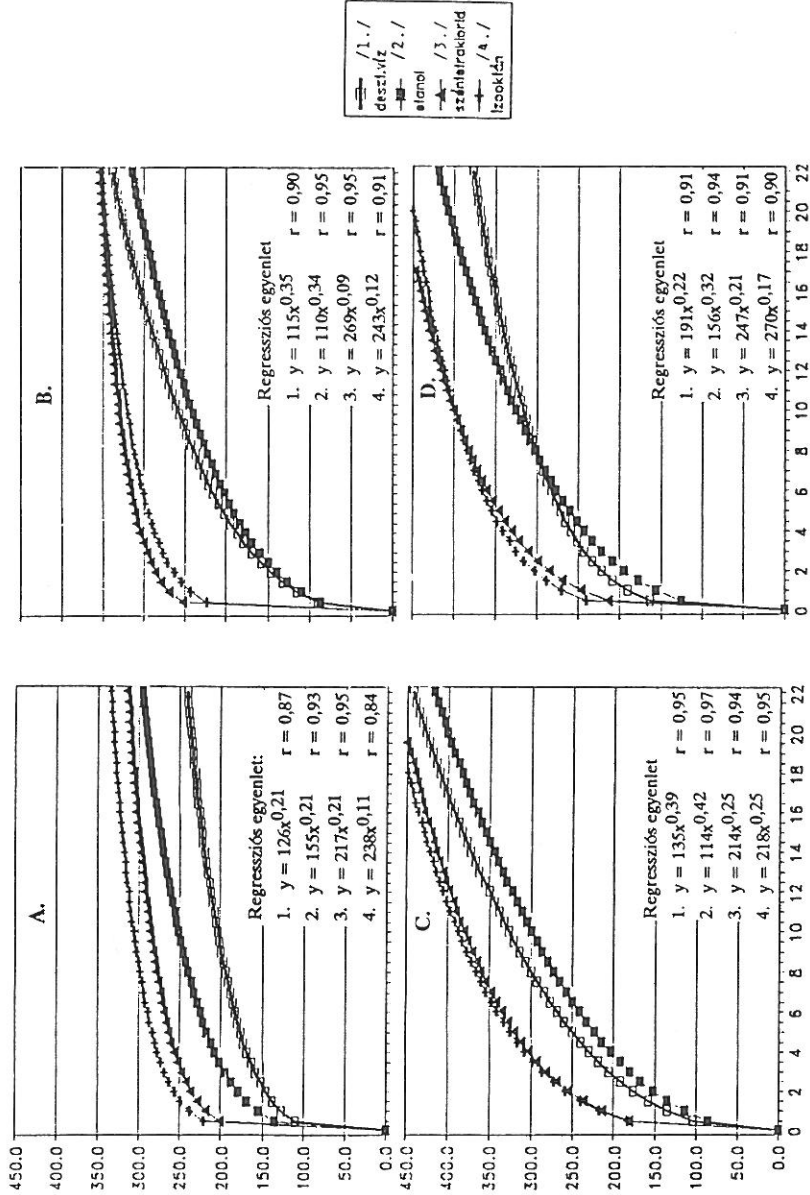
A talajoszlopokba szivárgó eltérő folyadékok beázási profiljának időben való változását a 2.(A-D.) ábrán mutatjuk be. Az ábrán feltüntettük az egyes talajfélésegek négy különféle folyadékra parametrizált Freundlich-féle regressziós egyenletét.

A beázási görbéket értelmezve a következők állapíthatók meg:

Az 1. számú, táguló rétegrácsú szmektitet tartalmazó kötött talajmintán kezdetben (0-1 órás intervallum) gyorsan szivárgott be mind a négy vizsgált folyadék (2.A. ábra). A desztillált víz beázási görbéje azután - feltételezhetően a duzzadás okozta pórusméret-csökkenés (több kapillárisan kötött és a csökkent pórusméret miatt nagyobb erővel kötődő folyadék), illetve a rácsközi folyadékadszorpció következtében - rohamosan ellaposodott. A görbe alapján igen minimálisnak becsülhető 22 óra elmúltával a még meg nem kötött, szabadon mozgó vízmennyiség. Az 1. számú talajmintával töltött talajoszlop azonban az utolsó leolvasási időpontban adszorpciósan illetve kapillárisan megkötötte a további három folyadék beszivárgó mennyiségének nagy részét is. Erre utal a többi görbe ellaposodása, illetve a "b" (sebesség) konstansok alacsony értéke (0,11-0,21) is. Az etanol beázási görbéjének viszonylag lassabb felfutása a széntetraklorid és az izooktán görbéjéhez képest feltételezhetően e folyadékok eltérő viszkozitásával magyarázható.

Összevetve a fentieket az 5. számú, kaolinit domináns, nagy agyagtartalmú talajmintával töltött oszlopokon mért beázási értékekkel (2.B. ábra), jól szembevetínnék a talajok különbözőségéből adódó különbségek. A kaolinites minta esetében is ellaposodnak az izooktán és a széntetraklorid beázási görbéi ("b" konstans: 0,09-0,11), ami alapján feltételezhető, hogy kapillárisan illetve adszorpciósan kötötté válik majdnem a teljes folyadékmennyiség a mérések végére. A beszivárgási mélység képzeletbeli maximuma (350-360 mm) azonban itt nagyobb, mint az előző, szmektitet mintát tartalmazó oszlopé (330-340 mm). Alapvetően eltérő azonban a desztillált víz és az etanol beázási görbéje az 1. számú talajmintával töltött oszlopoknál megfigyeltektől. E görbéknél sokkal kisebb mértékű az ellaposodás ("b" konstans: 0,34-0,35), ami feltehetőleg azzal magyarázható, hogy e talajfélésegek - nagy agyagtartalma ellenére - kevésbé képesek adszorbeálni, illetve kapilláris erővel megkötöni a két folyadékot, így az oszlopban az utolsó leolvasási időpontban is található még tekintélyes mennyiségű, szabadon mozgó víz illetve etanol. A víz és etanol be-





2. ábra

Beázás az idő függvényében az 1. (A), 5. (B), 6. (C) és 7. (D) talajminta esetén. Folyadékok: 1. deszillált víz; 2. etanol; 3. szénitetraklorid; 4. izooktán. Függőleges tengely: Beázás, mm. Vízszintes tengely: Mérési időpontok, óra

ázási görbéje közötti különbség ez esetben is talán a viszkozitásbeli eltérésekkel magyarázható.

A beázási görbék értelmezésekor kiemeljük még a könnyű mechanikai összetétellel jellemezhető 6. és 7. számú talajmintákkal töltött oszlopokon megfigyelhető jelenségeket (2.C. és 2.D. ábra). A legdurvább mechanikai összetételű 6. sz. minta esetében a felületi jelenségek a legkevésbé befolyásolják a folyadékok mozgását; a görbesereg lefutása az egyes folyadékok viszkozitásához igazodik. A 7. sz. minta esetében a leolvasások kezdeti szakaszában lényegében hasonló jelenségeket tapasztalunk, később azonban a desztillált víz és izooktán görbéje nagyobb mértékben ellaposodik, mint az etanolé, illetve a széntetrakloridé.

E könnyű mechanikai összetételű talajok - azon túlmenően, hogy a mérések végére jóval nagyobb mélységben beázta, mint a többi talaj - nem kötötték meg (kapillárisan és adszorpciósan) a mozgó folyadék nagy részét. Ezt mutatja, hogy a görbék ellaposodása az utolsó leolvasási időpontoknál még csekély ("b": 0,17-0,42), vagyis jelentős mennyiségű továbbszivárgó folyadékot tartalmaznak még a talaj-oszlopok.

### Összefoglalás

A hazai környezetvédelmi és talajtani kutatások egyre hangsúlyosabb területe a szerves folyadékokkal szennyezett talajok vizsgálata. A szakirodalmi adatok pontosítása céljából kísérlet sorozatot indítottunk, melynek eredményei közül jelen közleményünkben a talajfelszínre ömlött különféle folyadékok beázási profiljaival kapcsolatos vizsgálatainkat ismertetjük.

Statisztikai módszerekkel összehasonlítva a talajoszlopok beázási profiljait bemutattuk, hogy a beázás mértéke - az összes vizsgált folyadék esetében - függ a talajok mechanikai összetételén túl azok agyagásvány-összetételétől is. Másrészt, valamennyi talajminta esetében a talajoszlopok beázása a kis viszkozitású, apoláros folyadékoknál volt a legnagyobb.

Parametrizáltuk a különböző talajok beázásának - a 0-22 órás időintervallumra érvényes - ún. Freundlich-féle időfüggvényét, valamennyi vizsgált folyadékra, majd megkíséreltük az eltérő lefutású görbék értelmezését.

Bemutatott eredményeink egy előkísérlet-jellegű vizsgálat sorozat eredményei, ezért az ismertetett adatokat és regressziós egyenleteket inkább csak összehasonlítás, tájékoztatás céljából közöljük; érvényességük - éppen a kevés számú mérés miatt - nem terjeszthető ki a kísérlet körülményeitől lényegesen eltérő esetekre.

## Irodalom

- A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata, 1978. MÉM Szabvány (MÉMSz-206). Budapest
- BRUCKNER, F., 1987. Sanierung von mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCW) kontaminierten Grundwasserleitern mittels Kombination von Drucklufterinblasung und Bodenluftabsaugung. Korrespondenz Abwasser. **34.** 358-362.
- CONCAVE, 1979. Protection of groundwater from oil pollution. CONCAVE Rep. No. 3. The Hague.
- CONCAVE, 1981. Revised inland oil spill clean-up manual. CONCAVE Rep. No. 7. The Hague.
- DARAB K. et al., 1956. A talajoldat vizsgálatának módszerei tisztántúli szikes talajainknál. *Agrokémia és Talajtan.* **5.** 395-404.
- DAVID, E. D. 1987. Earthen liners for land disposal facilities. *Geotechnical Practice for Waste Disposal '87.* 21-39.
- DI GLÉRIA J., KLIMES-SZMIK A. & DVORACSEK M., 1957. A talajfizika és talajkolloidika. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- FERNANDEZ, F. & QUGLEY, R. M., 1985. Hydraulic conductivity of natural clays permeated with simple liquid hydrocarbons. *Canadian Geotechnical Journal.* **22.** 205-214.
- FILIP, Z. & MILDE, G., 1988. Biotechnologische Prinzipien und umwelthygienische Aspekte. *Schreibe WaBoIn.* **80.** 11-37.
- KRUPSKI, N. K. et al., 1961. Krivúe potenciometriceskogo titrovaniya pocsvennúh szuszpenzij v nevodnúh rasztvoriteljah. *Pocsvovedenie.* **5.** 106-110.
- MAKÓ A. & MÁTÉ F., 1991. Szerves folyadékok kapilláris emelkedése a talajban. *Agrokémia és Talajtan.* **40.** 182-192.
- MITCHELL, J. K. et al., 1965. Permeability of compacted clay. *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, Proc. Amer. Soc. Civil Engineers.* 41-65.
- SAJGÓ Zs. & STEFAN I. 1989. A felszín alatti vizek védelme rendkívüli szénhidrogén szennyezésekkel szemben. Tanulmány a káresetek egységes megítéléséhez szükséges műszaki irányelvek kidolgozásához. FTV.
- SCHÜSSLER, H. & WEBB, L. E., 1988. Erfahrungen mit der biologischen Aufbereitung von mineralöl belasten Boden. *Korrespondenz Abwasser.* **35.** (3) 236-241.
- STEFANOVITS P., 1981. *Talajtan.* Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- STEFANOVITS P., 1989. Jelentés az Akadémiai Alaputatási Alap pályázatán elnyert támogatás felhasználásáról a "Talajok agyagásványkészletére vonatkozó adatok kibővítése", "A talajtermékenység fokozását, az elsődleges biomassza-termelés gazdasági növelését megalapozó fontosabb feladatok" c. témákban. GATE Talajtani Tanszék. Gödöllő.
- SZÁSZ G. & SZELÉNYI F., 1987. A talajok víz- és levegőgazdálkodására vonatkozó vizsgálati elvek és módszerek kritikai értékelése. DATE Tudományos Közleményeinek Különkiadványa. Debrecen.

- SZELÉNYI F., 1954. Laboratóriumi vizsgálati módszer a talajok levegő- és vízgazdálkodási adottságainak meghatározására. *Agrokémia és Talajtan.* **3.** 235-252.
- SZEPESSY J., 1991. A hulladéktárolók szigetelése - az agyagszigelések egyes kérdései. *Hidrológiai Közöny.* **71.** (1) 51-56.
- VÁRALLYAY GY., 1972. A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. *Agrokémia és Talajtan.* **21.** 57-88.
- VÁRALLYAY GY., 1973. Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására. *Agrokémia és Talajtan.* **22.** 23-38.
- VÁRALLYAY GY., 1974. Háromfázisú talajrétegekben végbemenő vízmozgás tanulmányozása. *Agrokémia és Talajtan.* **23.** 261-296.
- VÁRALLYAY GY., 1987. A talaj vízgazdálkodása. Akadémiai Doktori Értekezés. Budapest.

*Érkezett: 1992. február 20.*

## Studies on the Penetration of Organic Liquids Into Soil Columns

A. MAKÓ and F. MÁTÉ

Pannon University of Agricultural Sciences, Keszthely

### Summary

Studies on soils contaminated with organic liquids are becoming more and more important in Hungarian research on environmental protection and soil science. In order to check the accuracy of literary data, a series of experiments was set up. Among the results obtained, those concerned with the penetration profile of various liquids poured onto the soil surface are discussed in the present paper.

The soils chosen for the experiments differed from each other considerably as regards both physical type and clay mineral composition. Four types of liquids were used in the examinations: distilled water, ethanol, carbon tetrachloride and isooctane. The choice of these liquids was justified by their distinct polarity, molecular size and physical parameters. (A detailed description of the experimental materials can be found in a previous paper: MAKÓ & MÁTÉ, 1991).

The penetration profiles of soil columns filled with various soils were evaluated using statistical methods and it was found that the extent of penetration for all the liquids studied depended not only on the mechanical composition of the soil, but also to a great extent on the clay mineral composition of the clay fraction (Table 1 and Fig. 1). For all the soil samples, penetration was the greatest for apolar liquids with low viscosity.

The Freundlich time functions for the penetration of various soils were expressed parametrically over a time interval of 0-22 hours for each of the liquids, after which efforts were made to interpret the differences between the curves (Fig. 2).

*Table 1.* Single factor analysis of variance of the penetration values for various soils. (1) No. of sample. (2) Measurement times, hours. A. Distilled water. B. Ethanol. C. Carbon tetrachloride. D. Isooctane.

*Fig. 1.* Comparison of the penetration values of various liquids in the soil samples (Soil samples 1-7: A-G). a) distilled water; b) ethanol; c) carbon tetrachloride; d) isooctane.

*Fig. 2.* Penetration as a function of time for soil samples 1 (A), 5 (B), 6 (C) and 7 (D). Liquids: 1. distilled water; 2. ethanol; 3. carbon tetrachloride; 4. isooctane. Vertical axis: Penetration, mm. Horizontal axis: Measurement times, hours.