

## A pH és az elektrolitkoncentráció hatása a talaj alumínium- és szilíciumvegyületeinek oldódására

FILEP GYÖRGY és RÉDLY LÁSZLÓNÉ

Agrártudományi Egyetem, Debrecen és MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A szilikátásványok oldhatóságát, a talajoldat szilícium- és alumíniumtartalmát döntően befolyásolja a közeg kémhatása. A modellanyagként használt kovasavgélek vizsgálata azt mutatta, hogy savanyú, semleges és gyengén lúgos közegben az oldódás kismértékű, s azt a pH változása lényegesen nem módosítja. Jelentősen megnő azonban az oldat szilíciumtartalma 8,5 pH-nál lúgosabb környezetben (MAGISTAD, 1929 cit.: SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1960; ALEXANDER et al., 1954; ILER, 1955; DI GLÉRIA et al., 1957; WILDING et al., 1977). Számítások szerint (BAES & MESMER, 1976; LINDSAY, 1979), ha a rendszer pH-ja 2 és 8,5 közé esik, a szilícium nem disszociált  $H_4SiO_4^0$  molekulák - nagyobb szilíciumkoncentráció esetén pedig, ha a pH 7-8 körüli,  $H_4SiO_4^0$  molekulák és  $[Si_4O_8(OH)_6]^{2-}$  polimerionok - formájában van az oldatban. Feltételezhető tehát, hogy ebben a pH-tartományban a töltésnélküli ortokovasav molekulák túlsúlya miatt nincs hatással a pH a vegyület oldhatóságára (ILER, 1955; WILDING, 1977). Erősen lúgos közegben (pH > 8,5) viszont az ortokovasav molekulák disszociációja



és/vagy a polimerionok képződése válik uralkodóvá, s ez az oldhatóság ugrásszerű növekedését vonja maga után.

Az alumíniumhidroxidok és alumíniumoxidhidroxidok gyakorlatilag nem oldódnak semleges körüli kémhatás mellett, nagy mennyiségű alumínium kerül azonban oldatba kifejezetten savanyú (pH < 5) és lúgos (pH > 8,5) körülmények között (MAGISTAD, 1925, cit.: SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1960; DI GLÉRIA et al., 1957; LOUGHAN, 1969).

A pH-tól függően az alumínium is különböző ionformákban (hidratált  $Al^{3+}$  ionok, hidroxokomplex ionok, ionpárok formájában) és finomdiszperz alumíniumhidroxid kolloidként lehet a folyadékban. Ha a pH < 5, az egyensúlyi oldatban főként a hidratált alumíniumionok:  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ , a két pozitív töltésű hidroxo-

komplex ionok:  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$  és az  $[\text{Al}_7(\text{OH})_{17}]^{4+}$  hidroxidpolimer ionok vannak túlsúlyban, pH = 8-nál lúgosabb közegben pedig az aluminácionok:  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]^-$  dominálnak (MARION et al., 1976; LINDSAY, 1979; FILEP, 1988).

Az egyensúlyi oldatban a szilícium- vagy az alumíniumkoncentráció, s a különböző részecskeformák mennyisége/megoszlása - egy adott ásványnál, s adott pH-nál is - függ a szilárd és a folyékony fázis arányától, valamint az egyensúlyi állapotot befolyásoló egyéb tényezőktől (MCKEAGUE & CLINE, 1963a,b,c; NAIR & PRENZEL, 1978).

Talajoknál, a sokféle szervetlen és szerves vegyület jelenléte miatt - amint ezt SZABOLCS (1960), valamint ACQUAYE és TINSLEY (1965) vizsgálatai is mutatják - a szilícium és az alumínium oldási görbéje lényegesen eltérhet a jól definiált összetételű "tisztá" anyagokétól.

Mivel az oldódást elősegítő és gátló folyamatok talajonként is különbözőképpen érvényesülnek, a kölcsönhatások megismeréséhez további széles körű vizsgálatokra van szükség.

### Anyag és módszerek

A kísérletekhez különböző helyekről származó talajmintákat használtunk:

- csernozjom barna erdőtalaj (0-20 cm), Kompolt;
- mészlepedékes csernozjom talaj (0-20 cm), Hajdúszoboszló;
- réti talaj (0-20 cm), Hosszúhát;
- szódás szoloncsák talaj (0-5 cm), Bócsa.

A talajok fizikai és kémiai jellemzőit az 1. táblázatban, agyagásvány-összetételét pedig a 2. táblázatban közöljük. A vizsgálatokat a szokásos módszerekkel végeztük. Az oldódó szilícium és alumínium mennyiségét mind desztillált vizes, mind KCl-os közegben figyelemmel kísértük. Az oldódási görbék (1-3. ábra) az 1:2,5 = talaj : folyadék arányú, de különböző pH-jú desztillált vizes és KCl-os szuszpenziók folyadékfázisában mért értékeket mutatják. A desztillált vizes szuszpenziósorozat készítésekor 20-20 g benedvesített talajra különböző mennyiségű 0,2 M HCl, illetve 0,2 M NaOH oldatot vittünk, s desztillált vízzel mindegyiket 50 ml végtérfogatra egészítettük ki. Az 1 M KCl-os sorozatoknál pedig a 20-20 g-os talaj-mintákhoz először a szükséges mennyiségű 0,2 M HCl (illetve 0,2 M NaOH) oldat és 2 M KCl oldat 1:1 arányú elegyét adtuk, majd a végtérfogatot 1 M KCl-dal állítottuk be.

A talajszuszpenziókat 24 órán át rázattuk, szűrtük, majd mértük a szűrletek pH-ját, alumínium- és szilíciumtartalmát. Az alumínium- és a szilíciumkoncentráció meghatározása ICP spektrométerrel történt.

A talajok agyagfrakcióját (< 0,002 mm) a karbonátok 10 %-os sósavval és a szerves anyag 6 %-os hidrogén-peroxiddal történt elroncsolása után, iszapoló ülepítéssel választottuk le. Peptizálószerként ammóniumhidroxidot használtunk. Az agyagfrakció aliquot részleteit magnéziummal és káliummal telítettük, majd üveglemezre ülepítettük. Az orientált preparátumokról négyféle röntgenfelvétel készült: egy magnéziummal kezelt, egy káliummal kezelt, egy etilén-glikollal kezelt

és egy 500 °C-on kiizzított mintából, DRON-2 röntgendiffraktométerrel. A felvételek értékelését STEFANOVITS és DOMBÓVÁRINÉ (1985) által közölt eljárás szerint végeztük el.

1. táblázat  
A vizsgált talajok néhány fizikai és kémiai jellemzője

(1) Talajjellemzők	(2) Csernoz- jom barna erdőtalaj (Kompolt)	(3) Csernoz- jom talaj (Hajdú- szoboszló)	(4) Réti talaj (Hosszúhát)	(5) Szoloncsák talaj (Bócsa)
a) Mélység, cm	0 - 20	0 - 20	0 - 20	0 - 5
pH (H <sub>2</sub> O)	6,3	6,4	6,1	9,8
pH (KCl)	5,1	6,0	5,6	-
b) K <sub>A</sub>	48	44	47	34
CaCO <sub>3</sub> , %	0	0	0	4,5
c) y <sub>1</sub>	9,3	4,6	8,2	-
d) Szerves anyag, %	3,3	4,8	3,4	1,0
e) Összes só, %	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,6
f) Leiszapolható rész (<0,02 mm)	74,2	66,6	71,0	11,0
T-érték, me/100 g	41,8	33,1	41,4	8,5
V %	87,9	100,0	92,8	100,0
Al*, mg/100 g	93	96	66	

\* Az agyagásványok rácsába be nem épült, komplexonally oldható Al<sup>3+</sup> (STEFANOVITS, 1955).

2. táblázat  
A talajminták finomfrakciójának agyagásvány-összetétele

(1) Talajtípus	(2) Kaolinit	(3) Illit	(4) Szmektit	(5) Közberétegzett ásványok
a) Csernozjom barna erdőtalaj (Kompolt)	18,0	41,5	30,0	10,5 (illit-szmektit)
b) Csernozjom talaj, (Hajdúszoboszló)	9,5	53,5	10,0	19,5 (illit-szmektit illit-vermikulit)
c) Réti talaj (Hosszúhát)	9,0	35,5	39,0	17,5 (illit-szmektit)

### Eredmények és értékelés

Az 1. és 2. ábra azt mutatja, hogy a desztillált vizes szuszpenziók szűrletében az alumíniumkoncentráció pH-tól függő változása (a görbék jellege) hasonló az  $\text{Al}(\text{OH})_3$  oldódási görbéjéhez, a szilíciumkoncentráció-pH összefüggés viszont lényegesen eltér a kovasavélekétől.

A vizsgált talajoknál a folyadékfázis alumíniumtartalma 3,8-8,5 pH-tartományban elhanyagolhatóan kicsi, de 3,8-4,0 pH alatt, ill. 8,5 pH fölött jelentősen megnőtt. Az oldatba jutó szilícium mennyisége pedig nemcsak erősen lúgos ( $\text{pH} > 8,5$ ), hanem savanyú közegben is nagymértékben emelkedett, s pH 7-8 között mindegyik talaj szilíciumgörbéje éles minimumot mutat.

Mivel az azonos körülmények között mért oldódási görbék alakját elsősorban a talaj tulajdonságai határozzák meg, az oldatban az alumínium- és a szilícium koncentrációja talajonként más lesz azonos pH értéknél is. A  $\text{pH} = 3,5$ -nél és  $\text{pH} = 8,5$ -nél kioldott mennyiségeket a 3. táblázatban összesítettük.

Vizsgálataink is arra utalnak, hogy az alumínium és szilícium koncentrációja a talajkivonatokban függ:

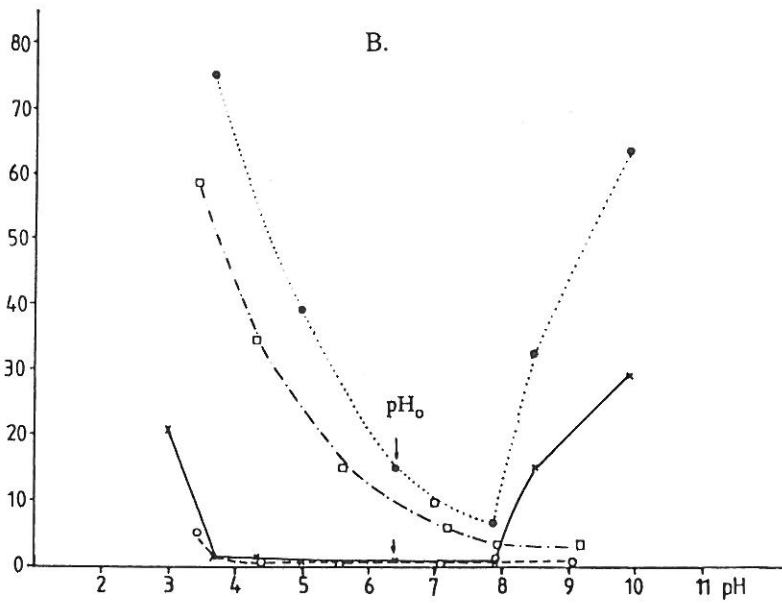
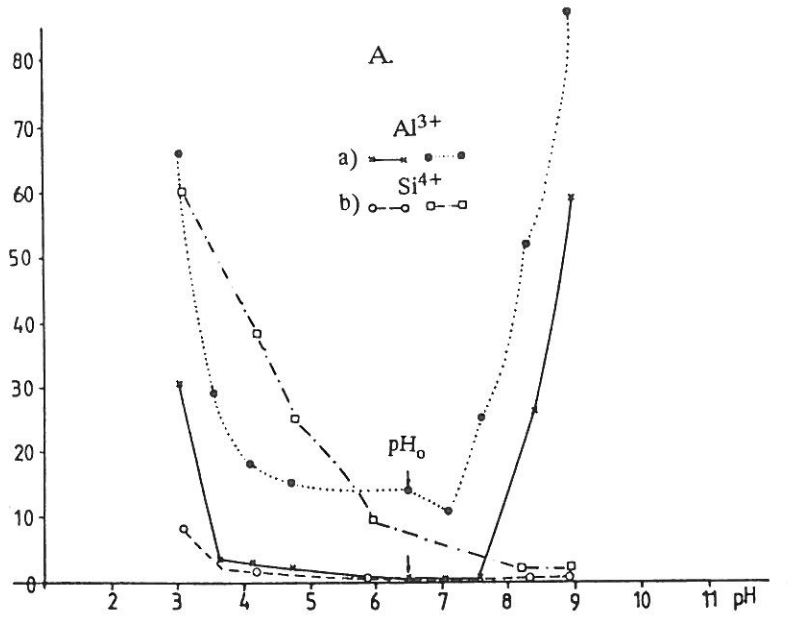
- a Fe-, Mg-, Ca- és Al-szilikátok,
- az amorf, vagy gyengén kristályosodott hidroxidok, s a kristályos oxidok,
- a szerves anyagok,
- az egyéb ásványok (foszfátok, karbonátok) mennyiségétől, minőségétől, diszperzitás fokától és oldhatóságától, valamint az adszorpció/deszorpció egyensúlyát meghatározó folyamatoktól.

A talajnedvességben oldható szerves vegyületek (humín- és fulvosavak, kis molekulasúlyú komplexképzők) jelenléte, valamint a  $\text{H}_4\text{SiO}_4^0$  megkötődése szeszkvioxidokon, vagy a kis oldhatóságú Al-foszfátok képződése például elősegíti (ACQUAYE & TINSLEY, 1965), az Al-ionok szilikátok általi szorpciója pedig fékezi a szilikátásványok bomlását (ILER, 1955).

#### 3. táblázat

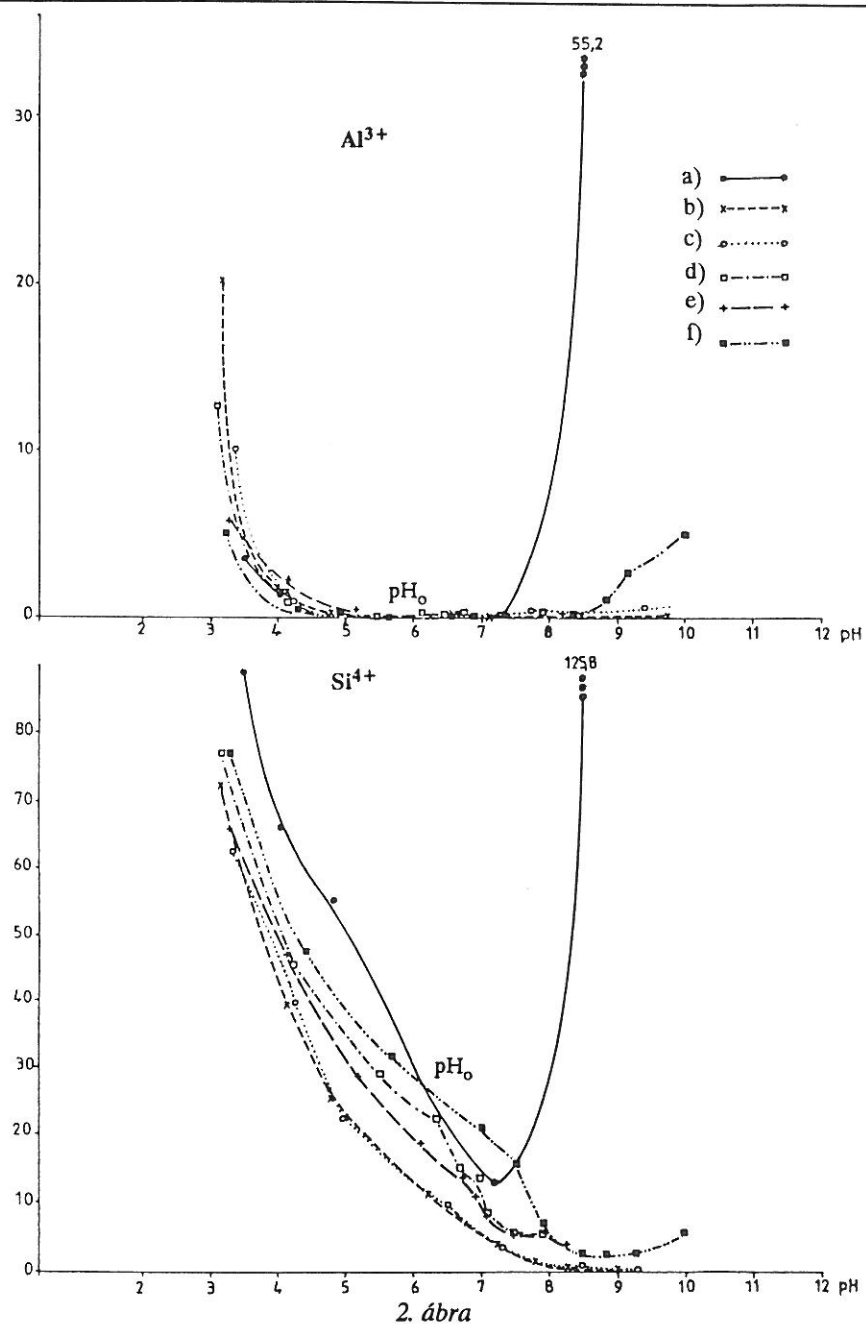
Az  $\text{Al}^{3+}$ - és  $\text{Si}^{4+}$ -koncentráció három talaj desztillált vizes szuszpenziójában 3,5 és 8,5 pH-nál

(1) Talajtípus	$\text{Al}^{3+}$ , mg/l		$\text{Si}^{4+}$ , mg/l	
	pH = 3,5	pH = 8,5	pH = 3,5	pH = 8,5
a) Csernozjom barna erdő-talaj, Kompolt	7,5	29,0	29,0	58,0
b) Csernozjom talaj, Hajdúszoboszló	8,0	15,0	80,0	33,0
c) Réti talaj, Hosszúhát	3,8	56,0	83,0	125,8



1. ábra

A vizes és KCl oldatos szuszpenziók szűrletének Al<sup>3+</sup>- és Si<sup>4+</sup>-koncentrációja az oldat pH-jának függvényében. A. Csernozjom barna erdőtalaj, Kompolt. B. Csernozjom talaj, Hajdúszoboszló. a) desztillált víz; b) 1 M KCl; pH<sub>0</sub> = a talaj eredeti, desztillált vizes pH-ja



2. ábra

Összefüggés a vizes és a különböző koncentrációjú sóoldatokkal készített szuszpenziók szűrlésében mért  $Al^{3+}$  és  $Si^{4+}$  koncentrációk és az oldat pH-ja között. (Réti talaj, Hosszúhát). a) 0,001 M KCl; b) 0,01 M KCl; c) 0,1 M KCl; d) 1 M NaCl; e) 1 M KCl; f) desztillált víz.  $pH_0$ : lásd 1. ábra

Ha a folyadékfázis *sókonzentrációja nagy* (kísérleteinkben 1 mol/liter körüli) volt, erősen lúgos kémhatás esetén a kioldódott alumínium és szilícium mennyisége minden esetben elenyészővé vált. Gyengén savanyú közegben azonban a sók hatása függött a talaj tulajdonságaitól is. A csernozjom barna erdőtalajnál az alumínium-tartalom  $\text{pH} = 3$  körül lényegesen kisebb, a szilíciumkoncentráció viszont 3-5,7  $\text{pH}$  között jelentősen nagyobb az 1 M KCl-os kivonatokban, mint a vizes szuszpenziók szűrletében (1A ábra). A hajdúszoboszlói csernozjom talajnál viszont, amikor  $\text{pH} < 8$ , az egyensúlyi szilícium- és alumíniumkoncentráció mindig kisebb volt az 1 M KCl-os közegben, mint a desztillált vizesben (1B. ábra). Megfigyelhető továbbá, hogy az eredeti  $\text{pH}$  kismértékű emelkedésekor (6,4-ről 8-ra) a desztillált vizes szuszpenzióknál is csökkent az oldat szilíciumtartalma. A hosszúhátú réti talajból erősen savanyú kémhatásnál lényegesen több alumínium, de jóval kevesebb szilícium került az oldatba az 1 M KCl-os, mint a desztillált vizes szuszpenziókban. Az eredeti desztillált vizes  $\text{pH}$  ( $\text{pH}_0 = 6,1$ ) kismértékű emelése ( $\text{pH} = 7,2$ -ig) ennél a talajnál is a szilíciumkoncentráció csökkenését okozta (2. ábra).

Az ásványok oldódását, s a vizsgált komponensek oldatban maradását lényegesen módosító sókonzentráció küszöbértékének megállapítása céljából, a réti talajból 0,001 M; 0,01 M; 0,1 M KCl-os és 1 M NaCl-os szuszpenziókat is készítettünk. A kapott eredményekből (2. ábra) kitűnik, hogy

a) az 1 M KCl és az 1 M NaCl oldat hatása között, ilyen szempontból nem volt érdemleges különbség;

b) lúgos közegben már 0,001 mol/l KCl is jelentősen csökkentette az oldat alumínium- és szilíciumtartalmát (ennél nagyobb sótartalom esetén pedig mindkét vizsgált elem koncentrációja 4 mg/l alatti akkor is, ha a  $\text{pH} > 9$ ).

c) savanyú kémhatásnál a nagy elektrolitkoncentráció jóval kisebb mértékben hatott a szűrlet alumínium és szilícium tartalmára.

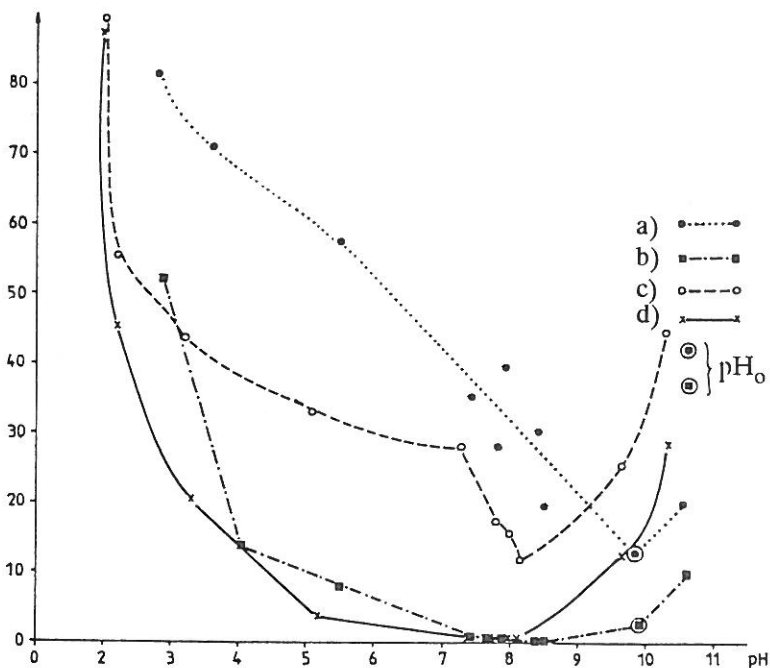
A felhalmozott sók említett hatása megmutatkozik akkor is, ha a szoloncsák talaj (Bócsa) eredeti és csökkentett sótartalmú, kilúgozott mintáival végzett vizsgálatok eredményét hasonlítjuk össze (3. ábra). A mérsékeltén sós mintákból erősen lúgos közegben lényegesen több, a  $\text{pH} < 8$  kémhatású szuszpenzióknál viszont kevesebb alumínium és szilícium került oldatba, mint a 0,6 % sót tartalmazó "eredeti" talajból.

Feltételezhető, hogy erősen lúgos kémhatás esetén, azért van olyan nagy különbség a sóoldatos és a desztillált vizes szuszpenziók folyadékfázisában mért alumínium- és szilíciumtartalom között, mert a desztillált vizes kivonatok szemmel láthatóan nagymennyiségű finomdiszperz alumíniumhidroxid-polikovasav kolloid-részecskéket tartalmaztak (opalizáló oldatok). Ebből következően az ICP spektrométerrel az ionok (vagy molekulák) formájában és a lebegő kolloidokban található "összes" alumíniumot, illetve szilíciumot határoztuk meg.

Nagy sótartalmú szuszpenzióknál viszont a szűrlet mindig kristálytisza volt, ezért valószínű, hogy a talajásványokból kioldott alumínium és szilícium azonnal kicsapódott a szilárd fázis felületén ("kisózás"), s csak nagyon kis mennyiség kerülhetett az egyensúlyi oldatba. Ezek szerint kis sótartalmú lúgos közegben a szilícium-

cium és az alumínium túlnyomó része finomeloszlású kolloidok alkotórészeként fordult elő a folyadékfázisban.

Savas tartományban sem a desztillált vizes, sem a sóoldatos szuszpenzióknál nem észleltük az oldat opalizálását.



3. ábra

Összefüggés a vizes és a KCl oldatos szuszpenziók szűrletében mért Al- és Si-koncentrációk és az oldat pH-ja között. (Szoloncsák talaj, Bócsa). a) Al- és b) Si-koncentrációk a 0,14 % sótartalmú kilúgozott talajból. c) Al- és d) Si-koncentrációk a 0,6 % sótartalmú eredeti talajból

A bemutatott eredményekből is kitűnik, hogy az alumínium és a szilícium oldódását, vagy az oldatban maradását befolyásoló tényezők tanulmányozása adatokat szolgáltat a talajsavanyodás, a podzolosodás, a szologyosodás, s a műtrágya/talaj kölcsönhatás egyes részfolyamatainak alaposabb megismeréséhez.

### Összefoglalás

Néhány talajnál vizsgáltuk a szilárd fázisból kioldódó alumínium és szilícium mennyiségének pH-tól függő változását. A talajmintákból különböző pH-jú, 1 : 2,5 talaj : víz (vagy sóoldat) arányú desztillált vizes és KCl-os szuszpenziókat készí-



tettünk, majd - 24 órai rázatás után - ICP spektrométerrel mértük az egyensúlyi szűrletben az  $\text{Al}^{3+}$ - és a  $\text{Si}^{4+}$ -koncentrációkat.

a) Rámutattunk, hogy talajoknál az alumíniumkoncentráció - pH összefüggés hasonló az  $\text{Al}(\text{OH})_3$  oldódási görbéjéhez, a szilikátásványok oldódása azonban lényegesen eltér a kovasavgélektől. Az egyensúlyi oldat szilíciumtartalma a talajoknál nemcsak erősen lúgos, hanem savanyú közegben is nagymértékben emelkedett.

b) A talajok szerves és ásványi alkotórészeinek eltérő mennyiségéből, s minőségéből következően, a vizsgált komponensek koncentrációja talajonként különböző volt ugyanolyan pH-nál is.

c) Ha a folyadékfázis jelentős mennyiségű sót (1 mol/liter KCl-ot) tartalmazott, lúgos tartományban az egyensúlyi oldat alumínium - és szilíciumtartalma jelentéktelenné vált mindegyik mintánál. Savanyú közegben azonban a talaj tulajdonságaitól függően érvényesült a sók hatása. A csernozjom barna erdőtalajnál  $\text{pH} = 3,5 - 5$  közötti tartományban több szilíciumot mértünk az 1 M KCl-os, mint a desztillált vizes szuszpenziók szűrletében. A réti talajból pedig, ha a kémhatás erősen savanyú, több alumínium, de kevesebb szilícium került oldatba az 1 M KCl-os, mint a desztillált vizes közegben.

d) Lúgos kémhatás esetén a desztillált vizes szuszpenziók nagymennyiségű finomdiszperz alumíniumhidroxid és polikovasav kolloidot is tartalmaztak (az oldat opalizált), így az IPC spektrométerrel tulajdonképpen az ionok vagy molekulák formájában + a lebegő kolloidokban lévő "összes"  $\text{Al}^{3+}$ , illetve  $\text{Si}^{4+}$ -koncentrációt mértük. Mivel a nagy iontartalmú szuszpenziók szűrlete minden esetben kristálytiszta volt, feltételezhető, hogy a talajásványokból kioldódó alumínium és szilícium azonnal kicsapódott a szilárd szemcsék felületén (kiszózás), ezért csak igen kis mennyiség maradt a folyadékfázisban.

Úgy véljük, hogy az alumínium és a szilícium oldódását/kicsapódását befolyásoló tényezők részletes tanulmányozása adatokat szolgáltat a talajsavanyodás, a podzolosodás, a szologyosodás, s a talaj-műtrágya kölcsönhatások egyes részfolyamatainak alaposabb megismeréséhez.

### Irodalom

- ACQUAYE, D. K. & TINSLEY, D., 1965. Soluble silica in soils. In: Experimental Pedology. (Eds.: HALLSWORTH, E. G. & CRAWFORD, D. V.). Butterworths. London.
- ALEXANDER, G. B., HESTON, W. M. & ILER, R. K., 1954. The solubility of amorphous silica in water. *J. Phys. Chem.* **58**. 453-455.
- BAES, C. F. JR. & MESMER, R. E., 1976. *The Hydrolysis of Cations*. J. Wiley. New York.
- DI GLÉRIA J., KLIMES-SZMIK A. & DVORACSEK M., 1957. *Talajfizika és talajkolloidika*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- FILEP GY., 1988. *Talajkémia*. Akadémiai Kiadó. Budapest.

- ILER, R. K., 1955. Colloid Chemistry of Silica and Silicates. Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y.
- LINDSAY, W. L., 1979. Chemical Equilibria in Soils. Wiley Intersci. Publ. New York.
- LOUGHANEN, F. C., 1969. Chemical Weathering of the Silicate Minerals. Elsevier Publ. Co., Inc. Amsterdam.
- MCKEAGUE, J. A. & CLINE, M. G., 1953a. Silica in soil solutions. I. Can. J. Soil Sci. **43**. 70-82.
- MCKEAGUE, J. A. & CLINE, M. G., 1953b. Silica in soil solutions. II. Can. J. Soil Sci. **43**. 83-95.
- MCKEAGUE, J. A. & CLINE, M. G., 1953c. Silica in soils. Adv. Agron. **15**. 339-380. Acad. Press. New York.
- MARION, G. M. et al., 1976. Aluminium and silica solubility in soils. Soil Sci. **121**. 76-85.
- NAIR, V. D. & PRENZEL, J., 1978. Calculations of equilibrium concentrations of mono- and polynuclear hydroxyaluminium species at different pH and total aluminium concentrations. Z. Pflanzenernaer. Bodenk. **141**. 74--751.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P., 1960. Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. I. Teil. 5. Auflage. Enke Verlag. Stuttgart.
- STEFANOVITS P., 1955. A talajok szabad alumínium- és vastartalmának meghatározása komplexonnal. Agrokémia és Talajtan. **4**. 265-272.
- STEFANOVITS P. & DOMBÓVÁRI L-NÉ, 1985. A talajok agyagásvány-társulásainak térképe. Agrokémia és Talajtan. **34**. 283-294.
- SZABOLCS I., 1960. Vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- WILDING, L. P., SMECK, N. E. & DRE, L. R., 1977. Silica in soils. In: Minerals in Soil Environments. (Eds.: Dixon, J. B. & Weed, S. B.) 471-552. SSSA. Madison, Wisc.

*Érkezett: 1992. augusztus 9.*

### Effect of pH and Electrolyte Concentration on the Dissolution of Aluminium and Silicon Compounds in the Soil

G. FILEP and M. RÉDLY

#### Summary

The pH-dependent changes in the quantities of aluminium and silicon dissolving from the solid phase were studied for a number of soils. Distilled water and KCl were used to prepare 1:2.5 soil:water (or salt solution) suspensions with various pH values from the soil samples and, after shaking for 24 hours, the  $\text{Al}^{3+}$  and  $\text{Si}^{4+}$  concentrations in the equilibrium filtrate were measured using ICP spectrometer.

a) It was demonstrated that in soils the correlation between aluminium concentration and pH is similar to the dissolution curve of  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , while the dissolution of silicate minerals differs substantially from that of silica gels. In soils, the silicon content of the equilibrium solution rose considerably, not only in strongly alkaline, but also in acidic mediums.

b) Due to the varying quantities and qualities of the organic and mineral components of the soils, the concentrations of the components examined, differed from soil to soil even at the same pH.

c) If the liquid phase contained a substantial quantity of salt (1 mol/litre KCl), the aluminium and silicon contents of the equilibrium solution became insignificant for all samples in the alkaline range. In an acidic medium, however, the effects of the salts depended on the soil properties. For chernozem brown forest soil at a pH range of 3.5-5, more silicon was measured in the filtrate of 1 M KCl suspensions than in that of distilled water suspensions. For meadow soils, on the other hand, a larger quantity of aluminium, but less silicon entered into the solution in 1 M KCl than in distilled water when the pH was strongly acidic.

d) If the pH was strongly alkaline, the distilled water suspensions also contained finely dispersed colloidal aluminium hydroxide and polysilicic acid (the solution become opaque), which means that the IPC spectrometer actually measured the "total"  $\text{Al}^{3+}$  and  $\text{Si}^{4+}$  concentrations present in the form of ions or molecules, plus those in the suspended colloids. Since the filtrates of suspensions with large ion contents were clear in all cases, it can be assumed that the aluminium and silicon dissolving from soil minerals was immediately precipitated on the surface of solid particles ("salting out"), leaving only a very small quantity in the liquid phase.

It is thought that a detailed study of the factors influencing the dissolution and precipitation of aluminium and silicon could provide data for a more profound knowledge of certain processes involved in soil acidification, podzolization, solodization and soil-fertilizer interactions.

*Table 1.* Some physical and chemical characteristics of the soils examined. (1) Soil characteristics. a) Depth, cm; b) Upper limit of plasticity according to Arany; c) Hydrolytic acidity; d) Organic matter, %; e) Total salt, %; f) Clay + dust fraction

(<0.02 mm). (2) Chernozem brown forest soil (Kompolt). (3) Chernozem soil (Hajdúszoboszló). (4) Meadow soil (Hosszúhát). (5) Solonchak soil (Bócsa). \*Al<sup>3+</sup> not incorporated into the clay mineral lattice and soluble with complexes (STEFANOVITS, 1955).

*Table 2.* Clay mineral composition of the fine fraction of the soil samples. (1) Soil type. a) Chernozem brown forest soil (Kompolt); b) Chernozem soil (Hajdúszoboszló); c) Meadow soil (Hosszúhát). (2) Kaolinite. (3) Illite. (4) Smectite. (5) Mixed lattices: illite-smectite and illite-vermiculite.

*Table 3.* Al<sup>3+</sup> and Si<sup>4+</sup> concentrations in the distilled water suspensions of three soils at pH 3.5 and 8.5. (1): see Table 2.

*Fig. 1.* Al<sup>3+</sup> and Si<sup>4+</sup> concentrations in the filtrates of aqueous and KCl suspensions as a function of the pH of the solution. A. Chernozem brown forest soil, Kompolt. B. Chernozem soil, Hajdúszoboszló. a) distilled water; b) 1 M KCl; pH<sub>0</sub> = original distilled water pH of the soil.

*Fig. 2.* Correlation between the Al<sup>3+</sup> and Si<sup>4+</sup> concentrations measured in the filtrates of suspensions prepared using water and salt solutions with various concentrations, and the pH of the solution. (Meadow soil, Hosszúhát.) a) 0.001 M KCl; b) 0.01 M KCl; c) 0.1 M KCl; d) 1 M NaCl; e) 1 M KCl; f) distilled water. pH<sub>0</sub>; see Fig. 1.

*Fig. 3.* Correlation between the Al<sup>3+</sup> and Si<sup>4+</sup> concentrations measured in the filtrates of aqueous and KCl suspensions, and the pH of the solution. (Solonchak soil, Bócsa.) a) Al and b) Si concentrations from a leached soil with a salt content of 0.14 %. c) Al and d) Si concentrations from the original soil (salt content 0.6 %).