

Egy sóoldatokkal kezelt pelosol biológiai sajátosságai

N. MALLOUHI és F. JACQUIN

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Főiskola, Nancy (Franciaország)

A szódás-szikes talajok adszorpciós komplexusa már számos munka tárgyát képezte. Így a kationok által e talajok fizikai—kémiai tulajdonságaira kifejtett hatásával BAVER (1928), MCNEAL és munkatársai (1968), BABCOCK és SCHULZ (1963), SZABOLCS és DARAB (1968), AL DERMOCH (1976), valamint OSTER és FRENKEL (1980) foglalkoztak.

A sótartalom befolyását a talaj biológiai tulajdonságaira, vagyis a szerves anyag átalakulására EL SHAKWEER és munkatársai (1976), MALLOUHI (1982), valamint GALLALI (1980) tárgyalták.

A szódás-szikes talajokban uralkodó kationok és anionok, valamint az e talajok biológiai tulajdonságai között fennálló kölcsönhatást vizsgáltuk. Az ionok hatásmechanizmusának jobb megismerése lehetővé teszi a szódás—szikes talajok viselkedésének jobb megértését és elősegíti javításukat.

Anyag és módszerek

Talaj — Egy pelosol (talajgenetikai jellemzőit lásd DUCHAUFOR és SOUCHIER (1977) A_{sz} -szintjéből származó mintát használtunk vizsgálatainkhoz. Az eredeti talaj mechanikai összetétele: agyag- 50,9%, iszap- 38,9%, homokfrakció 10,5%; összes $CaCO_3$ - 0,5%, aktív $CaCO_3$ - 0,14%, szerves-C-tartalma 1,7% volt. E talaj nagy agyagtartalma miatt a szeretlen alkotórészek felületén található negatív töltések száma jelentős, ami lehetővé teszi az adszorpciós komplexus ionösszetételében beálló változások összehasonlítását.

A kezeléshez használt sóoldatok — A talajokhoz adandó kationok mennyiségét a pelosol teljes kationkicszerelő kapacitásához viszonyítva számítottuk ki. A $MgCl_2$ -, $MgSO_4$ -, $NaCl$ -, Na_2SO_4 -, Na_2CO_3 - és $NaHCO_3$ -sók 5, 15 és 30%-os oldatait alkalmaztuk. CaO hozzáadása esetén 30%-os, illetve telített oldatokat használtunk.

Módszerek

A sók megfelelő mennyiségét 150 ml desztillált vízben oldottuk fel, majd ezeket az oldatokat 500 g (2 mm-es szitán átszitált és 105 °C-on szárított) talajhoz adtuk.

Meghatároztuk a telítési talajkivonat elektromos vezetőképességét, pH-ját, SO_4^{2-} -, Cl^- -, HCO_3^- -, CO_3^{2-} -, Ca^{2+} -, Na^+ - és K^+ -tartalmát.

Az adszorbeált kationokat ammónium-acetát-oldattal (pH = 7) cseréltük ki, mennyiségüket atomabszorpciós spektrofotométer segítségével határoztuk meg.

Az ATP-t (adenozin-trifoszfát) a DUPONT által kidolgozott és MALLOUHI-nál (1982) idézett dimetilszulfidos (DMSO) módszerrel határoztuk meg és a 105 °C-on szárított talaj tömegéhez viszonyítva adtuk meg.

A mintákat ellenőrzött körülmények között 18 napig inkubáltuk. Az Erlenmeyer-lombikokba 50 g szénrel dúsított talajt tettünk. A szenet ^{14}C -izotóppal jelzett glükóz alakjában adtuk hozzá a talajhoz, minden egyes mintánál olyan mennyiségben, ami az eredeti C-tartalom 20%-ának felel meg. Az egyensúlyi nedvességtartalom 80%-át állítottuk be. A mineralizációt az alábbi egyenletekkel jellemezhetjük:

a) A teljes mineralizáció aránya:

$$\frac{\text{felszabadult C, mg}}{\text{a talaj összes C-tartalma, mg}} \cdot 100$$

b) A hozzáadott C mineralizációjának aránya (TMC):

$$\frac{\text{talaj + glükózból felszabadult C, mg} - \text{eredeti talajból felszabadult C, mg}}{\text{a talajhoz glükóz alakjában adott C, mg}} \cdot 100$$

c) A radioaktív mineralizáció aránya (TMR):

$$\frac{R^{14}\text{C} = \text{a } ^{14}\text{CO}_2 \text{ alakjában felszabadult C radioaktivitása}}{^{14}\text{C} = \text{a mintához hozzáadott anyag radioaktivitása}} \cdot 100$$

(ezeket az értékeket a percenkénti beütésszámmal adjuk meg)

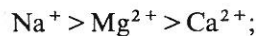
d) A glükóz hatása a talaj biológiai aktivitására (ES): $\frac{\text{TMC}}{\text{TMR}}$

Eredmények

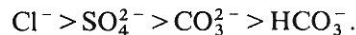
A talajminták néhány jellemzője

A talajminták pH-ja — A talaj pH-ja nem változott jelentősen a semleges sók — MgSO_4 , MgCl_2 , Na_2SO_4 , NaCl — oldataival való kezelés után (1. táblázat). Ezzel szemben a Na_2CO_3 és a NaHCO_3 azonnal és jelentős mértékben megemelte a pH-t. A mész hozzáadása következtében ugyancsak nőtt a talajminták pH-ja.

Elektromos vezetőképesség — Az 1. táblázat adataiból látható, hogy az elektromos vezetőképességet a kationok a következő sorrend szerint növelik meg:



az anionok pedig a következőképpen:



Hasonló megfigyelésekről számolt be BABCOCK és MARION (1972), valamint CHEVERRY (1972). Megállapították, hogy a klorid-, a szulfát-, illetve a bikarbonát-tartalmú oldatok egyre kevésbé szikesítenek.

1. táblázat

A különböző sóoldatokkal kezelt pelosol főbb fizikai-kémiai jellemzői

A talajhoz adott sók és koncentrációjuk, %	A telítési talajkivonat pH-ja	Elektromos vezetőképesség, mmhos/cm	SAR-érték* mmol/l ^{1/2}	Ozmózisnyomás, atm.	ESP** %
Eredeti talaj	7,8	0,14	0,29	0,10	2,80
CaO	30	8,30	0,56	0,36	3,00
	telített	8,76	0,86	0,34	2,70
MgCl ₂	5	7,80	2,20	0,52	4,00
	15	7,70	4,01	0,44	3,70
	30	7,70	7,02	0,43	3,60
MgSO ₄	5	7,80	1,37	0,66	3,20
	15	7,72	2,50	0,70	2,40
	30	7,70	3,91	0,46	2,40
NaCl	5	7,80	2,25	4,10	5,60
	15	7,80	5,35	5,60	12,00
	30	7,70	9,36	12,60	31,50
Na ₂ SO ₄	5	7,80	1,84	3,99	5,60
	15	7,82	2,97	5,80	12,98
	30	7,80	4,24	11,10	35,60
Na ₂ CO ₃	5	8,00	1,06	2,80	6,80
	15	8,30	1,72	5,00	19,60
	30	8,50	2,40	10,60	34,40
NaHCO ₃	5	8,00	1,03	3,80	6,40
	15	8,40	1,40	6,20	25,70
	30	8,76	1,99	13,00	36,40

* Na-adszorpciós arány; ** Kicszerélhető Na %

Amint várható volt, a Na₂CO₃-tal kezelt minták elektromos vezetőképessége alacsony, hasonlóan a CaO-oldattal kezelt mintákhoz.

Az elektromos vezetőképesség egyenesen arányos az ozmózisnyomással. JACKSON (1958) egyenlete szerint: $PO = K \cdot L$, ahol PO az ozmózisnyomás, L az elektromos vezetőképesség és K a só minőségét jellemző együttható, melynek értékei MgSO₄ esetében 0,28; MgCl₂ és CaCl₂-nál 0,30; a Na₂CO₃ és NaHCO₃ esetében 0,36 (In: RICHARDS, 1954). A CaO-dal kezelt és a kezeletlen mintáknál a 0,36-dal számoltunk.

Eredményeinkből megállapítható, hogy az ozmózisnyomás függ mind az anionoktól (kloridok esetében magasabb, mint szulfátoknál), mind a kationoktól (Na⁺ esetében nagyobb, mint Mg²⁺-nál). Ezzel magyarázható a NaCl-nak a növényi életre gyakorolt káros hatása.

Eredményeink is alátámasztják, hogy a NaCl-ban és Na₂SO₄-ban gazdag, sós (saline) talajok jelentősen magasabb ozmótikus potenciállal rendelkeznek, mint a szikes (alkáli) talajok (KOVDA és SZABOLCS, 1979).

A sótartalom hatása a talajok biológiai tulajdonságaira

A teljes mineralizáció mértéke — A szénnel kezelt mintákban a mineralizáció mértéke jóval nagyobb, mint a kezeletlen talajban. A mineralizáció folyamatát ugyanakkor többé-kevésbé gátolja a sótartalom, mert csökkenti a mikroorganizmu-

sok számát és gátolja élettevékenységüket (LAURA, 1974; EL SHAKWEER et al., 1976).

Kísérleteink alapján a következőket állapítottuk meg:

— A Na_2CO_3 -tartalom okozza a legjelentősebb gátlást mert a legnagyobb mértékben szikesít. Ugyanakkor a talaj fizikai tulajdonságait is a legagresszívabb módon befolyásolja (SERVANT, 1970), s így indirekt módon csökkenti a biológiai aktivitást.

— A semleges nátriumsók hasonlóan viselkednek, mint a semleges magnéziumsók, mindaddig amíg a talajban a kicserélhető Na relatív mennyisége meg nem közelíti a 15%-ot. ESP = 30% körül különösen a NaCl- és Na_2CO_3 -sók hatása rendkívül káros.

— A talajhoz adott mészsó a kisebb adag esetében fokozza, nagyobb mennyiségben viszont akadályozza a mineralizációt, bár ez a gátló hatás kisebb mértékű, mint a többi sóé.

A talajok biológiai aktivitásának változása jelzett glükóz hozzáadása után — A glükóz a különböző sók jelenlétében pozitív hatást gyakorolt a talajok biológiai aktivitására, mégpedig a sók összetételétől függően a következők szerint: kationok esetében: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$, anionok esetében: $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-}$.

A glükóz hozzáadása jelentős mértékben csökkentette a gátló hatást, mégpedig NaCl jelenlétében jobban, mint Na_2SO_4 -nál. Ugyanez érvényes a megfelelő semleges Mg-sókra is. A mikrobák aktivitásának serkentése arányos a sók koncentrációjával.

A glükóz hozzáadása sem állította helyre a biológiai aktivitás kívánt szintjét a lúgosan hidrolizáló sók jelenlétében.

Újabbán MCCORMICK és WOLF (1980) is kimutatták, hogy lucernának sós talajokba történő bedolgozásával a mikrobák NaCl-dal szembeni érzékenységét csökkenteni lehet.

A talaj humuszanyag-összetételének alakulása — A szóban forgó talaj igen gazdag huminokban, mivel kedvező feltételekkel rendelkezik a humuszképződéshez, ugyanakkor csak kevés fulvosavat (AF) és huminsavat (AH) tartalmaz. A sótartalom jelentősen befolyásolja a mikrobák által képzett huminanyagok mennyiségét.

A meszezett talajmintákban a huminok mennyisége csökkent, a rendszina talajokban lejátszódó szervesanyag-átalakuláshoz hasonlóan. CHOULIARAS (1976) kimutatta, hogy a Ca^{2+} -ionok jelenléte kedvez az oldhatatlan kalciumfulvátok képződésének és háttérbe szorítja a polikondenzáció útján képződő huminok keletkezését.

A minták humusztartalma a magnéziumsók esetében sokkal jelentősebb, mint a nátriumsókat tartalmazóké, és a lúgosan hidrolizáló sók jelenlétében minimumot ér el.

A fulvosavak és huminsavak aránya (AF/AH) a mésszel kezelt minták esetében nagy, CHOULIARAS (1976) eredményeihez hasonlóan. Ami a semleges nátrium- és magnéziumsókat tartalmazó talajokat illeti, ez a viszonyszám arányosan nő az elektromos vezetőképességgel (JACQUIN és MALLOUHI, 1982). A Na_2CO_3 és NaHCO_3 kezelésekből az arány igen nagy. Az AF/AH arány minden esetben a sókoncentrációval azonos irányban növekedett.

A sóoldat koncentrációjának hatása a talajok ATP-tartalmára, sótartalmára és kicserélhető Na-tartalmára — A glükóz kezelés hatására az eredeti talaj ATP-tartalma 1001,3 mg/g-ról 1433,5 mg/g-ra nőtt. A 2. táblázat azt is szemlélteti, hogy a glükóz

2. táblázat

A talaj ATP-tartalma a sóoldatok koncentrációja és a glükóz kezelés függvényében

Az oldat sótartalma	A talaj ATP-tartalma, mg/g talaj									
	0%-os		5%-os		15%-os		30%-os		Telített	
	oldatkonzentráció esetén									
	Glükóz nélkül	Glükózzal	Glükóz nélkül	Glükózzal	Glükóz nélkül	Glükózzal	Glükóz nélkül	Glükózzal	Glükóz nélkül	Glükózzal
Eredeti talaj	1001,3	1433,5	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	—	—	—	—	—	—	215,2	960,95	567,8	1674,8
MgCl ₂	—	—	114,5	136,25	66,8	125,2	61,1	56,8	—	—
MgSO ₄	—	—	88,5	129,99	65,6	93,1	49,2	60,5	—	—
NaCl	—	—	85,7	103,2	55,9	70,7	47,2	44,92	—	—
Na ₂ SO ₄	—	—	103,52	115,2	71,4	74,7	33,99	71,2	—	—
Na ₂ CO ₃	—	—	247,1	360,8	218,1	344,9	102,6	326,3	—	—
NaHCO ₃	—	—	321,0	371,0	173,5	348,1	112,6	248,9	—	—

nélküli talajok ATP-tartalma kisebb, mint a glükózzal kezelt mintáké. Ez valószínűleg a talajhoz adott glükóz serkentő hatásával áll kapcsolatban és egyben megerősíti OADES és JENKINSON (1979), valamint SPARLING (1981) eredményeit. Ez a serkentő hatás függ a szerves anyag mikroorganizmusok által történő lebonthatóságától. Több ATP keletkezik például a talajban, ha szalma helyett glükózt adunk hozzá (MALLOUHI, 1982).

A Mg-sókkal kezelt talajok általában gazdagabbak ATP-ben, mint a nem lúgosan hidrolizáló Na-sókkal kezelték (MALLOUHI és JACQUIN, 1985).

A lúgosan hidrolizáló sókkal kezelt minták ATP-tartalma minden esetben szignifikánsan nagyobb, mint a semleges sókkal kezeltéké. Ezt két hipotézis alapján magyarázhatjuk:

a) A Na₂CO₃ és a NaHCO₃ diszpergáló hatása elősegítheti nagyobb mennyiségű ATP kioldódását.

b) A fenti két só gátolja a mikrobák aktivitását anélkül, hogy biomassájukat csökkentené. SPARLING (1981) is úgy véli, hogy bizonyos körülmények között a biomassának csak kis hányada aktív.

Összefoglalás

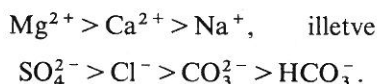
A különböző sókkal kezelt pelosollal végzett kísérlet alapján a kationok a következő sorrendben: Na⁺ > Mg²⁺ > Ca²⁺, az anionok pedig a következőképpen: Cl⁻ > SO₄²⁻ > CO₃²⁻ > HCO₃⁻ növelik meg a talaj elektromos vezetőképességét.

Amennyiben a talaj nagymennyiségű, főleg semleges sókat tartalmaz, *sós talajról*, míg ha ezen belül főleg lúgosan hidrolizáló sókat tartalmaz és a telítési talajkivonat pH-ja 9, *szikes (alkáli) talajról* beszélünk.

A teljes mineralizáció fokát — ^{14}C -izotóppal jelzett glükóz hozzáadása esetén — jelentősen befolyásolta a talaj sótartalma, ezen belül pedig különösen a lúgosan hidrolizáló sók mennyisége.

A glükóz hatása a talaj mikroflórájára és aktivitására függ a kationok és anionok minőségétől, valamint a sók összetételétől. A glükóz serkentő hatása a semleges Na-sók esetében jelentősebb, mint a többi sónál. Na_2CO_3 és NaHCO_3 jelenlétében a glükóz hozzáadása nem állította helyre a biológiai aktivitás kívánt szintjét.

Megállapítottuk, hogy a sók a humuszképződés folyamatát negatívan befolyásolják. Az AF/AH arány nő és a humin mennyisége csökken az ionok következő sorrendje szerint:



A talajok sótartalma és ATP-tartalma közötti kölcsönhatást vizsgálva megfigyelhetjük, hogy a talajhoz adott glükóz növeli a talajok ATP-tartalmát.

Irodalom

- AL DERMOCH, K. 1976. Influence de solutions salines sur les propriétés physiques et l'évolution des minéraux philliteux des sols. Thèse Doct. Ing. Univ. P. Sabatier, Toulouse.
- BABCOCK, K. L. & MARION, G. M., 1972. Effect of ion-pair formation on the solubility product. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **36**. 689—691.
- BABCOCK, K. L. & SCHULZ, K. R., 1963. Effect of anions on the sodium-calcium exchange in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **27**. 630—632.
- BAVER, L. D., 1928. Factors contributing to the genesis of soil microstructure. *Amer. Soil Survey Bull.* **16**. 55—56.
- CHEVERRY, C., 1972. Exemple d'application des travaux de l'U. S. Salinity Laboratory (1963—1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action d'eaux bicarbonatées. *Cahiers ORSTOM Série Pédo.* **X. 2**. 193—203.
- CHOULIARAS, N., 1976. Evolution de la matière organique dans une rendzine. Thèse Doct. Ing., Univ. Nancy.
- DUCHAUFOR, P. & SOUCHIER, B., 1977. *Pédogenèse et classification*. Vol. I. Masson. Paris.
- EL SHAKWEER, M. H. A. et al., 1976. Effects of salts on decomposition of plant residues. IAEA *Soil Organic Matter Studies*. Vienna. **I**. 205—213.
- GALLALI, T., 1980. Transfert sels-matière organique en zones méditerranéennes. Thèse Doct. d'Etat. INPL. Nancy.
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N. Y.
- JACQUIN, F. & MALLOUHI, N., 1982. Influence of salinity on the intensity of humification. *Abstracts of the 12th Congress of ISSS*, 64. New-Delhi.
- KOVDA, V. A. & SZABOLCS, I. (Eds.), 1979. Modelling of soil salinization and alkalization. *Agrokémia és Talajtan.* **28**. Suppl.
- LAURA, R. D., 1974. Effects of neutral salts on carbon and nitrogen mineralization of organic matter in soil. *Plant and Soil.* **41**. 113—127.
- MALLOUHI, N., 1982. Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur l'évolution de la matière organique. Thèse de Doct. d'Etat. INPL. Nancy.

- MALLOUHI, N. & JACQUIN, F., 1985. Essai de corrélation entre propriétés biochimiques d'un sol salsodique et sa biomasse. *Soil Biol. Biochem.* **17**. 23—26.
- MCCORMICK, R. W. & WOLF, D. C., 1980. Effect of sodium chloride on CO₂ evolution, ammonification, and nitrification in a Sassafras sandy loam. *Soil Biol. Biochem.* **12**. 153—157.
- MCNEAL, B. L. et al., 1968. Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed-salt solutions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **32**. 187—190.
- OADES, J. M. & JENKINSON, D. S., 1979. Adenosine triphosphate content of the soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* **11**. 201—204.
- OSTER, J. D. & FRENKEL, H., 1980. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **44**. 41—45.
- RICHARDS, L. A. (Ed.), 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agr. Handbook No. 60. Washington, D. C.
- SERVANT, J., 1970. Etude expérimentale de l'influence des conditions salines sur la perméabilité des sols. Conséquences pédologiques. *Sci. du Sol. AFES.* **2**. 87—101.
- SPARLING, G. P., 1981. Microcalorimetry and other methods to assess biomass and activity in soil. *Soil Biol. Biochem.* **13**. 93—98.
- SZABOLCS, I. & DARAB, K., 1968. Investigation on the effect of anions on Na⁺—Ca⁺ ion exchange in soils with radioactive tracers. *Agrokémia és Talajtan.* **17**. Suppl. 21—40.

Érkezett: 1985. október 30.