

## Szervesanyag hatása a szikesekben folyó szulfátredukcióra

TIMÁR MÁTYÁSNE és SZABOLCS ISTVÁN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A szikes talajok tulajdonságainak, jellegének és kedvezőtlen termékenységének kialakulása bonyolult folyamatok következménye. Ezekben a folyamatokban abiotikus tényezők éppúgy szerepet játszanak, mint biológiai tényezők. Fontos megállapítani azt, hogy a szikesedés kialakulása során milyen szerepet játszanak a biológiai folyamatok nemcsak általánosságban, hanem konkrétan egyes jól meghatározott és jól leírt esetekben is.

A szikes talajok kialakulásánál igen lényeges kérdés a szóda képződésének vizsgálata. Jól tudjuk, hogy a nátriumkarbonát a szikes talajokban hazánkban legtöbb helyen közvetlen vagy közvetett szerepet játszik. Egyes szikes talajainkban oly nagymértékű a szóda felhalmozódás, hogy önmagában is akadályát képezi e talajok mezőgazdasági hasznosításának.

A szakirodalomban számos forrásmunka foglalkozik a szódának a talajokban való képződésével. Egyes szerzők ezt abiotikus folyamatok következményének tartják (HILGARD [7] GEDROIC [5]) mások nagy jelentőséget tulajdonítanak a talajvíz és a geológiai tényezők szerepének (KOVDA [9]). Számos szerző azonban a talajokban a szóda képződését elsősorban biológiai tényezőkkel magyarázza. Így pl. VERNER és ORLOVSZKIJ [13] Nyugatsibériában, ABD-EL-MALEK és RIZK [1] pedig Egyiptomban írnak le hasonló talajokat. ANTIPOV-KARATAJEV [2] a szolonyec talajok képződését döntően biológiai folyamatnak tartja és egyenes összefüggésbe hozza a szódának a szulfát redukció folytán való keletkezésével. SZABOLCS és munkatársai [11] hazai viszonyok közt állítottak be kísérleteket, melyek segítségével különböző talajokon szódaképződést, valamint kénhidrogén képződést idéztek elő modellkísérletekben.

Általában egyértelmű a vélemény arra nézve, hogy a biológiai folyamatok szikesítő hatása olyan helyeken tapasztalható, ahol az alsó talajszintekben vagy pedig a talajvízben nagymennyiségű nátriumszulfát van jelen, a terület pedig, ahol a folyamat lejátszódik, aránylag mélyebben fekszik és időszakos vízborításnak van kitéve. Az ilyen helyeken kedvezőek a körülmények az anaerob folyamatok számára és a nátriumszulfát biológiai redukciójának következtében  $H_2S$  gáz szabadulhat fel. A redukciós folyamatok eredményeképpen a  $Na_2SO_4$  lúgosan hidrolizáló sókká alakul a talajban és a terület kiszáradásakor feltehetően az aerob mikroflóra  $CO_2$  termelésének következtében is a szódaképződés jelentősen mértékben indul meg. Az ilyen területekről származott talajvíz mintákból laboratóriumi körülmények között is nagymennyiségben tenyésztethető ki *Desulfovibrio desulfuricans* nevű mikroorganizmus (TIMÁR-NÉ [12]).

Helytelen volna arra gondolni, hogy a talajokban megfigyelhető szódaképződés mindíg csupán biológiai folyamatokkal kapcsolatos. Számos kísérlet

(KOVDA [9], DARAB [4], HILGARD [7], SIGMOND [10]) bizonyítja azt, hogy a szikesedés folyamán abiotikus tényezők következményeképpen is nagy mennyiségben termelődhet szóda. Másrészt azonban el kell ismerni, hogy a biológiai szódaképződés is jelentős tényező lehet megfelelő esetekben a talaj elszikesedésénél. Ezért igen helyesen állapította meg GLINKA [6], hogy a szódaképződés nem korlátozható egy vagy néhány abiotikus, vagy biológiai folyamatra, hanem többféle úton is keletkezhet szóda a szikes talajokban. Hazai szerzők közül ezt a véleményt osztják ARANY [3] és SZABOLCS [11] is. Míg a szódaképződés különböző formáinak lehetőségéről az irodalomban igen sok adatot találhatunk, addig igen nehéz azt eldönteni, különösen egy-egy adott konkrét esetben, hogy a talajokban képződött szóda milyen úton vagy utakon képződött, s e folyamatokban milyen szerepet játszottak abiotikus, illetve biológiai folyamatok. Azt is valószínűnek kell tartanunk, hogy a talajokban lejátszódó szódaképződésnél a biológiai és abiotikus folyamatok szorosan összefonódnak és az a szóda, amely a talajban felhalmozódik képződése során, néha döntően biológiai, más esetekben döntően abiotikus folyamatoknak képezi következményét.

Igen fontos a talajok szikesedésének időbeni lefolyását vizsgálva is a szódaképződés feltételeinek tisztázása. Közismert pl., hogy hazánkban az Alföldön korábbi évszázadokban lápos vízenyős viszonyok uralkodtak, amelyet a nagy meliorációs munkálatok teljes mértékben vagy nagyrészt felszámoltak. Számos régi forrásmunka (IRINYI [8]) utal arra, hogy ezekben az időszakokban az Alföld megfelelő részein a szódaképződés a talajokban lényegesen nagyobb mértékű volt, mint azt ugyanezekben a területeken ma tapasztalhatjuk. Így feltehető, hogy egyes magyarországi szikes talajokban a biológiai szódaképződés olyan helyeken is nagy szerepet játszott a múltban, ahol ma már ennek nyomai alig fedezhetők fel, vagy teljes mértékben eltűntek. Ismeretes a régebbi leírásokból, hogy kisebb sós tavak, vagy vízborításnak kitett területek gyakran már messziről is érezhető kénhidrogén szagot árasztottak és ezért a nép ezeket „bűdös tavaknak” nevezte. E tavak partjain szappanfőzéshez szükséges szódát termeltek, sőt néha még kezdetleges üvegyártáshoz is felhasználták az ilyen talajokon kivirágzott szódát. Ma már aránylag kevesebb helyen találhatunk olyan szikes talajokat, melyeknek a szomszédságában vízjárta területeken kénhidrogén gáz felszabadulás található.

Mindezen folyamatok tisztázása igen sok szabadföldi modellkísérletet, sőt egyéb vizsgálatokat is követel. Jelen dolgozatban az volt a célunk, hogy a régebbi modellkísérletek [11] tanulságai felhasználásával szódaképződést és kénhidrogén képződést idézzünk elő olyan szikes talajokban, ahol ez hazai viszonylatban a természetben is fellelhető. A kísérletek céljára a Fejérmegyei Sárrét környékéről származó nagyhőrsögi 12-es szelvényt választottuk ki. Ez a talaj időszakosan vízjárta, a terület meliorációban nem részesült, s a talajban nagyrészt jelen vannak azok a feltételek, amelyek a biológiai szódaképződésre kedvezőek. Az 1. táblázaton tüntetjük fel a talaj néhány kémiai sajátosságát, melyekből jól látható, hogy egy sós láptalajjal van dolgunk.

Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy a talajnak kémhatása erősen lúgos, a vízes pH 8,2, míg a KCl-es pH 7,8 értéket mutat. Ugyancsak szembetűnő a talaj jelentős szénsavas mész tartalma is, amely megközelíti a 30%-ot. Még szikes láptalajaink esetében is egész kivételes az a nagy humusztartalom, amelyet az 1. táblázatban is feltüntetünk és amelyet a nagyhőrsögi 12-es szelvény felső talajsíntjében mértünk. A szervesanyag mennyisége e talaj felső rétegében felülmúlja a 20%-ot és ennek megfelelően magas az össznitrogén tartalom is.

1. táblázat

Nagyhörsög—12. szelvény 0—10 cm vizsgálati adatai

I. Alapvizsgálati adatok			III. Mechanikai összetétel		
pH	H <sub>2</sub> O	8,2	mech. frakció mm	higroszkópos víz	6,54
	KCl	7,8		sósavas veszteség	33,61
CaCO <sub>3</sub> ‰		28,4		1—0,25	2,68
humusz ‰		20,6		0,25—0,05	16,71
összes N ‰		1,02		0,05—0,01	13,98
C : N		11,5		0,01—0,005	3,64
				0,005—0,001	8,69
				0,001	20,69
				fizikai homok	33,37
				fizikai agyag	33,02
			sósavas veszteség	33,61	
				100,00	
II. Vizes kivonat			IV. Kicszerélhető kationok		
pH		7,2		mg. eé.	S ‰
száraz maradék		0,920	Ca <sup>2+</sup>	21,71	27,91
izzítási maradék		0,630	Mg <sup>2+</sup>	42,90	52,16
oldható humusz		0,140	Na <sup>+</sup>	12,09	15,54
valódi CO <sub>3</sub>			K <sup>+</sup>	1,07	1,37
alkálifém lúgosság		1,41	S	77,77	
alkáliföldfém „		0,62	T	109,85	
összes „		2,03			
Cl <sup>-</sup>		2,46			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		7,33			
anionok összege		11,82			
Ca <sup>2+</sup>		0,96			
Mg <sup>2+</sup>		4,66			
Na <sup>+</sup>		8,04			
K <sup>+</sup>		0,26			
kationok összege		13,92			

Ugyancsak az 1. táblázat mutatja azt, hogy a talaj jelentős sótartalommal rendelkezik, amely a felső szintben majdnem eléri az 1‰-ot. A sók kémiai összetételét tekintve a szulfát, valamint a hidrokarbonát ionok játsszák a döntő szerepet, míg a mintavétel időpontjában szódalúgosságot a talaj nem mutat. Természetszerűen ez kapcsolatban van a mintavétel időszakával, s kétségtelen, hogy a talajminta kiszáradás után akár természetben, akár laboratóriumi viszonyok között könnyen mutathat szódalúgosságot is.

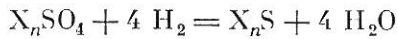
A talajok mechanikai összetételéből vett adatok, melyeket könnyebb áttekinthetőség céljából ugyancsak az 1. táblázaton tüntetünk fel, mutatják, hogy a talaj agyagtartalma közepes, így az osztályozás szerint vályogtalajok csoportjába sorolható. A talaj adszorpciós viszonyainak vizsgálata során szembevetünk a talaj igen nagy kicserélődési kapacitása, amely részben a nagy szervesanyag mennyiséggel is magyarázható és mint az 1. táblázat is mutatja, felülmúlja a 100 mg. e. é.-t. A kicszerélhető kationok között igen nagy a magnézium mennyisége és igen jelentős a nátrium mennyisége is. A kalcium mennyisége aránylag csekély annak ellenére, hogy meszes talajjal van dolgunk.

A kísérleti módszer és leírása

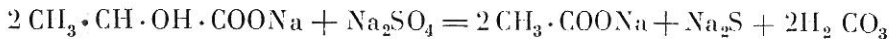
Kísérleteinkben az irodalmi adatokkal egybehangzóan abból a feltevésből indultunk ki, hogy a biológiai szódaképződésben a *Desulfovibrio desulfuricans* jelentős szerepet visz.

A *D. desulfuricans* obligat anaerob szervezet, mely élettevékenységét csak —200 mv. redoxpotenciál érték alatt fejti ki. Anyagsere tevékenységének

energetikai műveleteit szervesanyag jelenléte nélkül is képes végrehajtani. Ez esetben szulfát, szulfid, thioszulfát helyettesíti az oxigént és a molekuláris hidrogén oxidációja biztosítja az energiát. A folyamat az alábbi egyenlettel jellemezhető:



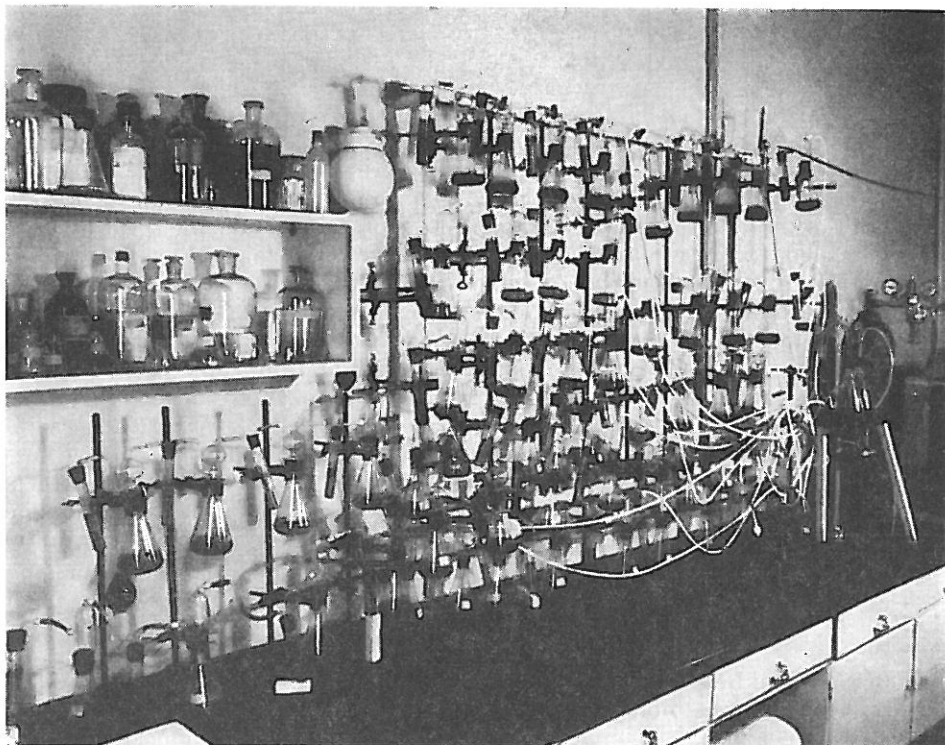
E szervezet azonban nem obligat autotrof, formát, laktát és pyruvát jelenlétében heterotrof életmódot folytat. E biológiai reakció a következő egyenlettel sematizálható Na laktát jelenlétében:



A *D. desulfuricans* sejtanyagainak felépítéséhez olyan szerves vegyületeket használ fel, amelyek az energiaszerző műveletek során nem használhatók. Mesterséges tenyésztése csak akkor jár eredménnyel, ha pepton vagy élesztő-kivonat kis mennyiségben jelen van a táptalajban.

Az organizmus élettani sajátosságainak ismerete alapján annak a részletes kutatását tűztük ki célul, hogy magas szén tartalmú szerves vegyületek (cellulóz és laktát) valamint  $Na_2SO_4$  változó mennyiségei hogyan befolyásolják a szódaképződéssel párhuzamosan mérhető biológiai szulfát redukción folyamatát a talajban.

A modellkísérlet céljából az 1. táblázatban jellemzett nagyhőereségi szoloncsákos réti láptalaj felső szintjeit használtuk fel.



1. ábra  
A modellkísérlet berendezése

Az előzően kiszárított és növényi maradványoktól mentesített talaj azonos mennyiségeit (10 g) és 100 ml deszt. vizet lombikokban helyeztünk el. Az így előkészített edényekhez  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  növekvő mennyiségeit adtuk (0,5 g, 1 g, 5 g).

A minták egy részéhez Ca-laktátot, illetve cellulózt (Whatmann 1 szűrőpapír őrölve) adtunk 0,5 g mennyiségben, valamint szervesanyag nélküli kezeléseket is előkészítettünk. Ezután a lombikokat légmentesen lezártuk olyan gumidugóval, melybe két üvegső volt beépítve. E csövek segítségével  $\text{N}_2$  gázt áramoltattunk keresztül a mintákon. A lombikokhoz olyan edényeket kapcsoltunk, melyekben kénsavas rézszulfát oldat volt a keletkező  $\text{H}_2\text{S}$  gáz felfogása céljából. A kísérleti berendezést az 1. ábra mutatja be.

A kísérleti idő végén, 99 nap után mértük az egyes lombikokban elhelyezett minták folyadékfázisának pH-ját és  $E_h$ -jét. A pH értékek jó útmutatást adnak a talajokban végbemenő szódaképződés felléptére és mértékére vonatkozóan. A redox potenciál megállapítása céljából az edények kinyitása után azonnal Metrohm kombinált platina elektródával mértünk. A rendszer a kinyitás után azonnal oxidálódni kezdett, így a mért értékek csak tájékozódó jellegűek, nem tükröznek pontos adatokat. A szedő edényekben felfogott  $\text{H}_2\text{S}$  mennyiségét gravimetriásan határoztuk meg. Ezután a mintákból 100/0-os HCl-el felszabadítottuk a megkötött szulfidokat, melyeket szintén  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -el savanyított rézgálic oldatban fogtunk fel. Négy párhuzamos átlagából számított vizsgálati eredményeinket a 2. táblázat adatai ismertetik.

2. táblázat

A pH,  $E_h$  és  $\text{S}^{2-}$  ionok mennyisége a kezelt talajmintákban.

(1) Kezelés	$E_h$	pH	$\text{S}^{2-}$ -összesen az adott összes S %-ban
5 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$			
a) szerves anyag nélkül .....	— 30	8,4	—
b) 0,5 g Ca laktát .....	—270	8,9	14,1
c) 0,5 g cellulóz .....	—230	8,8	12,4
1 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$			
a) szerves anyag nélkül .....	+280	8,0	—
b) 0,5 g Ca laktát .....	—210	9,0	32,0
c) 0,5 g cellulóz .....	—196	8,5	21,0
0,5 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$			
a) szerves anyag nélkül .....	+300	8,0	—
b) 0,5 g Ca laktát .....	—194	8,6	38,0
c) 0,5 g cellulóz .....	—176	8,7	33,0

### Eredmények és következtetések

A 2. táblázat adataiból jól látható, hogy az adagolt  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  mennyisége lényegesen befolyásolta a biológiai szulfát redukció mértékét. Érdekes adatokat láthatunk a szervesanyag adagolás nélküli minták  $E_h$  és pH értékeinek megfigyelésénél. Az 5 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  adagolás hatására a redox potenciál negatív értéket vesz fel, amiből a folyamat lassú megindulására lehet következtetni, azonban az 1 és 0,5 g-os adagolásnál a redox potenciál ebben a stádiumban nem mutat negatív értéket, amennyiben a mintákhoz szervesanyagot nem adtunk. A 2.

táblázatból jól látható, hogy  $H_2S$  képződést csupán azokban a mintákban figyelhettünk meg, amelyhez szervesanyagot is adtunk. Ezekben az esetekben a redox potenciál értékek következetesen negatívak voltak a pH lúgos irányban való eltolódásával együtt. Igen érdekes megfigyelni — amellet, hogy a kénhidrogén képződés csak szervesanyag adagolásával volt előidézhető — azt a tény is, hogy cellulóz szénforrás jelenlétében hasonlóan zajlott le a folyamat, midőn laktátot adtunk a modellekhez.

Megállapítható tehát, hogy a talajokban a biológiai szulfát redukcó és szódaképződés jelentékenyen összefügg a szervesanyagok minőségével. Igen érdekes az, hogy annak ellenére, hogy a talajminta 20 százaléknál is több természetes szervesanyagot tartalmazott, ameddig a modellekhez külön szervesanyagot nem adtunk, a kénhidrogén képződést nem figyeltük meg.

Természetszerűen az adott esetben, mivel fehérje természetű anyagok csak kis mennyiségben voltak a talajban elhalt mikroorganizmusok testfehérjéi formájában, a nagymennyiségű kénhidrogén képződéséért és az egyéb változásért a biológiai szulfát redukcót végrehajtó *Desulfovibrio desulfuricans* tevékenysége a felelős. Ez a folyamat nemcsak akkor ment végbe, amikor az organizmus számára jól hasznosítható laktát szerves tápanyagforrás volt jelen, hanem abban az esetben is, mikor közvetlenül nem hasznosítható cellulózt adtunk a talajmintához. Feltételezhető, hogy ebben az esetben egy olyan metabioziszról van szó, amikor anaerob organizmusok bontják el a cellulózt. E folyamat egyik végterméke a molekuláris hidrogén és ennek jelenléte megteremti a *Desulfovibrio desulfuricans* élettevékenységéhez az alapvető feltételt. Valószínűnek látszik, hogy a fehérje bontásból származó kénhidrogén is elősegíti a folyamat kifejlődését.

A fehérjebontó aerob vagy anaerob organizmusok a kénhidrogén képződésével a környezet redox potenciálját ugyanis csökkentik. Véleményünk szerint természetes körülmények között a különböző növényi maradványok anaerob mikrobiológiai elbontása teremti meg a *Desulfovibrio desulfuricans* élettevékenységének egyik alapfeltételét és nem a laktát vagy egyéb közvetlenül asszimilálható szervesanyagok jelenléte. A vízborításnak kitett és nátriumszulfát tartalommal rendelkező talajok esetében a vízben élő algák és egyéb szervezetek testfehérjéik anaerob elbontásából származó kénhidrogén is fontos szerepet visz a biológiai szulfát redukcóhoz szükséges körülmények megteremtésében, az elbontás kezdeti aerob szakaszaiban működő szervezetek a *D. desulfuricans* károsító oxigént felhasználják és ezzel is elősegítik a biológiai szulfát redukcó létrejöttét.

### Összefoglalás

1. Szerzők modellkísérleteket végeztek abból a célból, hogy a talajokban végbemenő szódaképződéssel kapcsolatos szulfátredukcó folyamatának egyes kérdéseit tisztázzák.

2. A kísérletekhez egy meszes-sós láptalaj felső szintjét használták fel, melyet különböző mennyiségű  $Na_2SO_4$ -tal, valamint szerves anyagokkal dúsítottak és anaerob viszonyok között tartották 3 hónapig. A kísérleti idő végén megmérték az egyes kezelésekből a redox potenciál és pH értékeket, valamint a keletkezett  $H_2S$  mennyiségét.

3. Az eredmények azt mutatják, hogy jelentősebb  $H_2S$  képződés csak azokban a kezelésekből volt megfigyelhető, amelyekben szerves anyag (Ca laktát, vagy cellulóz) is volt.

4. A kísérletekből levonható az a következtetés is, hogy a talajokban anaerob körülmények között végbemenő szulfátredukciókhoz a szulfát ionokon kívül megfelelő minőségű szerves anyagok is szükségesek, amelyek a szulfát-redukciót végző mikroorganizmusok (*Desulfovibrio desulfuricans*) élettevékenységéhez nélkülözhetetlenek.

*Érkezett: 1964. január 20.*

### И р о д а л о м

- [1] ABD-EL MALEK & RIZK, S. G.: Bacterial sulphate reduction and development of alkalinity, *J. Applied Bacteriol.* **26**. 7—26. 1963.
- [2] ANTIPOV-KARATAJEV, I. N.: Meliorácia szoloncov v SSSR. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1963.
- [3] ARANY, S.: A szikes talaj és javítása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1956.
- [4] DARAB, K.: Kationkicserélődés a talajban különböző minőségű öntözővizek hatására. *Agrokémia és Talajtan.* **11**. 29—40. 1962.
- [5] GEDROIC, K. K.: Szolonci ih proiszhozsdenije, szvojsztva i melioracija. Noszovszkaja. 1928.
- [6] GLINKA, K. D.: Pocsvovedenie. Szeljhozgiz. Moszkva. 1931.
- [7] HILGARD, E. W.: Szikes talajok öntözése és alagesövezése. OMGE Pátia. Budapest. 1894.
- [8] IRINYI, J.: A konyári tó. Athenaeum Budapest. **3**. 723—728. 1839.
- [9] KOVDA, V. A.: Proiszhozsdenie i rezsim zasolennüh pocsv. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1946.
- [10] SIGMOND, E.: Általános Talajtan. Pátia. Budapest. 1934.
- [11] SZABOLCS, I., MÁTÉ, F., MOLNÁR, F. & KOCH, L.-né: Szikesedési folyamatok vizsgálata modell kísérleten. *Agrokémia és Talajtan.* **5**. 297—304. 1956.
- [12] ТИМАР, М.-НÉ: Кéntartalmú vegyületek biológiai átalakulása a talajban. *Agrokémia és Talajtan.* **12**. 323—328. 1963.
- [13] VERNER, A. R. & ORLOVSKIJ, N. V.: O roli szulfátreducirujusesih bakterii v szolevom rezsimе pocsv Barbii. *Pocsvovedenie.* 553—556. 1948.

### Влияние органических веществ на процесс восстановления сульфатов в засоленных почвах

*Е. ТИМАР и И. САБОЛЬЧ*

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

#### Р е з ю м е

1. Низкое плодородие, характер и свойства засоленных почв есть результат сложных процессов. В этих процессах имеют место как абиотические, так и биологические факторы. Важно установить, какую роль в процессе засоления почв играют биологические явления не только вообще, а в конкретных, хорошо описанных условиях.

2. Используя данные полученные из раннее заложенных модельных опытов, мы в лабораторных условиях вызывали образование соды и сероводорода в таких засоленных почвах, в которых в наших условиях этот процесс можно наблюдать и в природе. В наших опытах мы использовали почву из разреза 12, заложенного в Надьхёрчеге района Шаррет комитата Фейер. Почвенный образец был взят с немелнирированной территории на поверхности которой наблюдается временный застой вод, т. е. где в почве имеются все благоприятные условия для образования соды.

Десять грамм, высушенной и освобожденной от растительных остатков, почвы помещали в колбу и добавляли 100 мл. воды. Затем прибавляли в возрастающих количествах  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  (0,5 гр, 1 гр, 5 гр.). К одной части образцов прибавляли лактат кальция или целлюлозу (размолотая фильтровальная бумага Ватман—1) в количестве 0,5 гр. В опыте были также варианты без органического вещества. Колбы герметически закупоривались резиновыми пробками, в которые были вмонтированы 2 стеклянные трубочки. При помощи этих трубочек образец продувался газом  $\text{N}_2$ . К колбам подключались сосуды с раствором подкисленного медного купороса для поглощения сероводорода. В конце опыта, спустя 99 дней измеряли pH, Eh и количество восстановленной серы в жидкой фазе отдельных вариантов.

4. В приемниках определяли количество поглощенного сероводорода гравиметрическим путем. После этого из образца освободили 10%-ой HCl связанные сульфиды, которые затем поглощались раствором медного купороса, подкисленного соляной кислотой.

5. Прибавление  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  существенно повлияло на степень биологического восстановления сульфатов. Образование  $\text{H}_2\text{S}$  наблюдалось лишь в тех образцах, к которым прибавляли органическое вещество. В этих случаях величины окислительно-восстановительных потенциалов имели отрицательные значения, а pH сдвигалась в сторону подщелачивания. Кроме того, что образование сероводорода может быть вызвано только добавлением органического вещества, в присутствии источника углерода — целлюлозы процесс проходит так же, как при добавлении лактата кальция.

Следовательно можно установить, что биологическое восстановление сульфатов и образование соды в почвах тесно связано с количеством и качеством органического вещества.

Табл. 1. Данные химического анализа 0—10 см. толщи почвенного разреза из Надьхёрчег. I. Химическая характеристика. II. Данные анализа водной вытяжки. III. Механический состав. IV. Обменные катионы.

Табл. 2. pH,  $E_h$  и количество  $\text{S}^{2-}$  в обработанных почвенных образцах. (1) Варианты. а) без органического вещества, в) лактат кальция, с) целлюлоза. (2) Сумма  $\text{S}^{2-}$  в % от «S».

## The Effect of Organic Matter on Sulfate Reduction Occurring in Alkali (Szik) Soils

É. TIMÁR and I. SZABOLCS

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, Budapest

### Summary

The development of the features, character and unfavourable fertility of alkali (Szik) soils is the result of intricate processes. In these processes abiotic factors are involved similarly as biological factors. It is important to establish what role the biological processes play in the course of the development of alkalization not only generally but actually in certain well defined and well described cases.

In the course of this study by utilization of the results of earlier model experiments development of soda and hydrogen sulfide was brought about in such alkali soils where this under conditions of Hungary is found also in nature. For the purposes of this experiment a profile originating from the Sárrét district of Fejér country was selected. This soil is periodically water-logged and no amelioration was carried out in the area. In the soil those conditions are largely present which are considered as favourable for biological sodium carbonate development.

Identical quantities (40 g) of soil previously dried out and freed from plant rests and 100 ml of distilled water was placed in flasks. Into the vessels thus prepared increasing amounts (0.5 g, 1 g, 5 g) of  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  were added. To part of the samples Ca-lactate or cellulose respectively (Whatman 1 filter paper milled) was added and also treatments without organic matter have been prepared. The flasks were air-tightly closed with a rubber stopper in which two glass tubes were built in. With the aid of these tubes  $\text{N}_2$  gas was flown through the samples. The flasks were connected with such recipients which contained acidified cupric sulfate solution to receive the developing  $\text{H}_2\text{S}$  gas.

At the end of the experimental period, after 99 days, the pH and  $E_h$  of the liquid phases of the samples placed in the individual flasks were measured.

The amount of  $\text{H}_2\text{S}$  gathered in the recipients has been gravimetrically determined. Subsequently the bound sulfide was released from the samples with 10 per cent HCl and again received in copper sulphate solution acidified with  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

The amount of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  added substantially influenced the degree of biological sulfate reduction. Development of  $\text{H}_2\text{S}$  was observed only in those samples to which also organic matter was added. In these cases the oxidation-reduction potential values were consistently negative together with a shift of the pH in basic direction. Apart from the fact that hydrogen sulfid development could be brought about only by adding organic matter, in the presence of cellulose as a carbon source the process proceeded similarly as lactate was added to the models.

Thus it may be stated that biological sulfate reduction and development of soda in the soils is largely connected with the amount and quality of organic matters.

Fig. 1. Layout of the model experiment.

Table 1. Experimental data of Nagyhörsög profile 12. 0—10 cm. I. Data of ground examination. II. Aqueous extract. III. Mechanical composition. IV. Exchangeable cations.

Table 2. The pH,  $E_h$  and the amount of  $\text{S}^{2-}$  ions in the soil samples treated. (1) Treatment: a) without organic matter; b) Ca lactate; c) cellulose. (2)  $\text{S}^{2-}$  total in the given S %.