

Szikesedési folyamatok vizsgálata modellkísérletekben

SZABOLCS ISTVÁN, MÁTÉ FERENC, MOLNÁR FERENC, KOCH LEHELNÉ

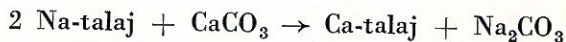
Magyar Tudományos Akadémia Agrokémiai Kutató Intézet Talajtani Osztálya,
és Izotóplaboratóriuma, Budapest

A szikesedés okozói a talajban előforduló oldható, többnyire nátriumsók, azonban a szikesek keletkezéséhez nemcsak e sók felhalmozódása szükséges, hanem más bonyolult folyamatok is.

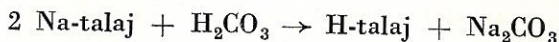
'S i g m o n d [21] rámutat arra, hogy a hazai szikes talajok keletkezésénél nemcsak a Na kicserélődést kell vizsgálnunk, hanem a talajban folyó sóképződést és a szolonyec típusú szikeseknél megfigyelhető sajátos „kilúgást” is. Ez a kilúgzás természetesen nem egyszerű kimosódás, hanem mint 'S i g m o n d [19] állítja, a talaj egyes alkatrészeinek gyengén alkalikus közegben való, szintenkénti átrendeződése és ezáltal a jellegzetes szerkezetű szolonyecszelvény kialakulása. E folyamat során nemcsak ioncsere és a szeszkvioxidok bizonyos átrendeződése megy végbe, hanem ezekkel párhuzamosan a talajképződés során is keletkezhetnek egyes sók, mint pl. a szóda.

Ellentétben azokkal a szerzőkkel (K r e y b i g [12], S c h e r f [24]), akik azt állítják, hogy Alföldünk talajaiban a szikesek geológiai eredetűek, 'S i g m o n d [22] rámutat arra, hogy ezek, bár a geológiai viszonyok befolyása alatt, de alapvetően a talajképződés következtében jöttek létre.

'S i g m o n d nézeteihez nagyon hasonló G e d r o i c [6] elmélete, mely szerint a talaj fiziko-kémiai folyamatai okozzák a szikes talajok kialakulását. Hasonló módon magyarázza Gedroic a szóda képződését is a szikes talajokban a következő reakció alapján:



vagy



Mint látható, Gedroic főképp a kicserélődési reakciókat tartja fontosnak.

A magyar talajtani kutatók közül már régebben is többen osztották azt a nézetet, hogy a szikesekben a szóda elsősorban a talajképző folyamat során keletkezik. Igen figyelemreméltó I r i n y i [8] megállapítása, aki több mint 100 éve megírt „A konyári tó” c. művében annak a véleményének ad kifejezést, hogy a szikesekben található sziksó a talaj anyagából szénsav közrejátszásával keletkezik, sőt a sziksó többféle úton való keletkezését is lehetőnek tartja a talajban. M u r a k ö z y [16] a talaj organominerális vegyületeinek megbomlásában látja a szódaképződés alapvető okát. A Na_2CO_3 -nak nátriumszilikátból való képződését tartja legfontosabbnak. Kiemeli, hogy az aerób-anaerób viszonyok szélsőséges alakulása a szikes talajokban lehetővé teszi e folyamatot. Jóllehet 'S i g m o n d [18] vitába száll Muraközzyvel is a szikesedés mértékét illetően, mégis mindketten osztják azt a véleményt, hogy e jelenség oka a talajban lejátszódó bonyolult folyamatokban keresendő. Hasonló nézetet képviselt B a l l e n e g g e r [3] is.

C u m m i n g s és K e l l e y [4] modellkísérleteikben azt találták, hogy savanyú kémhatású talajt NaCl-oldattal öntözve a lecsöpögő szűrlet idővel fenolftaleinnel szemben lúgos reakciót mutat. E jelenséget Gedroichoz és 'Sigmondhoz hasonlóan ezek a szerzők is abiótikus folyamatokkal magyarázzák.

Islam és Elahi [9] Sturgis [23], Filipovski [5], hazai viszonyok között pedig Prettenhoffer, Somorjai és Kertész [17] az öntözéskor folyó szikesedésnél a vas oldatbakerülésére és ezzel szoros összefüggésben a redox viszonyok fontosságára hívják fel a figyelmet. Antipov-Karataev [1] kiindulva a természetben oly sok helyen megfigyelhető biológiai szódaképződési folyamatokból, saját és mások vizsgálatai alapján azt állítja, hogy a szóda alapvetően redukciós mikrobiológiai tevékenység következtében képződik a talajban. E folyamatban döntő szerepet tulajdonít a szulfátok redukciójának, melyet megfigyelései szerint a *Microspira desulfurians* végez. Túlbő nedvesség mellett gyakran előállnak azok az anaerób viszonyok, melyek kedveznek e baktériumoknak, a redukálható szulfátok pedig bőven találhatóak a szikesedés réti viszonyai között a talajszintekben is, főképp azonban a talajvízben.

A redukció folytán keletkezett szulfidok a következőképpen alakulnak:



Jarkov [10] ugyancsak megfigyelte az Antipov-Karataev [1] által jelzett redukciós folyamatokat, azonban nem a szolonyec, hanem a podzoltalajokon, ahol azok természetszerűleg szódaképződéshez nem vezetnek, viszont a redox-egyensúlyban a $Fe^{++} \rightleftharpoons Fe^{+++}$ viszony változásaiban élesen mutatták az időleges túlbő nedvesség által létrehozott anaerób körülmények hatását.

Vámos [27] szerint a talajokban lefolyó szulfátredukció a legszorosabb kapcsolatban áll a szóda képződésével. Ez a biológiai folyamat szerinte a rizs barnulásos megbetegedésének egyik alapvető oka. E szerzők a szolonyecok képződését kapcsolatba hozzák a szódaképződés folyamatával.

Kísérleti rész

Szarvas környékéről származó nem szikes réti talaj felső szintjéből vett egyenként 2 kg súlyú mintákat nagy tölcésérekbe helyezve különböző kezeléseknak vetettük alá. Egy sorozatot állandó túlbő nedvesség alatt tartottunk, másikat pedig száraz viszonyok között. E modellek részletes elhelyezését, valamint a kísérlet során mért redox-potenciál értékeket és pH-értékeket előző közleményünkben ismertettük [15].

E talaj, mint öntözött vidékeink réti talajainak nagyrésze nehéz mechanikai összetételű, mint azt a mechanikai analízis adatai mutatják:

Frakció mérete mm...	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
%	1,06	—	43,28	8,79	13,51	35,40

Gyakori jelenség, hogy az öntözés hatására az ilyen talajok Alföldünkön szikesedést mutatnak, ezért célszerű volt a modellkísérletekre ilyen mintát választani.

A kiindulási talajminta szikességet nem mutatott, ezt bizonyítják a vizes oldatának adatai:

pH	Száraz maradék	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺
5,92	0,07%	0,058%	0,005%	0,015%	0,016%	0,001%

Ugyancsak szolonyeces tulajdonság hiányát bizonyítják a talaj adszorpciós komplexusának jellemző adatai is:

Kicsérélhető kationok az S%-ában: Ca = 52,11, Na = 0,88, Mg = 45,86

Megvizsgálva a talaj szerves- és táplálóanyagtartalmát a következő értékeket kaptuk:

Humusz	Oldható	N	Könnyen felvehető	
			P ₂ O ₅ (Truog szerint) 24 mg%	K ₂ O (Pejve szerint) 16 mg%
3,65%	0,017%	0,167%		

Szénsavas meszet a talaj nem tartalmazott.

Sík módszere szerint meghatározva, a vas két vegyértékű alakjában nincs jelen a talajszintben, csupán három vegyértékű alakjában 142 mg% mennyiségben. A talaj vizes oldatában vasat kimutatni nem lehetett.

Az alábbiakban a teljes kémiai analízis adatait is bemutatjuk, nemcsak azért, mivel ez jó képet mutat a kiindulási talaj természetéről, hanem azért is, mert a kén esetében ezekre az adatokra a későbbiekben hivatkozni fogunk.

Izzítási vesztesség	SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	S (SO ₄ -re számítva)
10,73%	72,6%	11,83%	5,3%	0,08%	1,88%	1,20%	1,20%	0,10%	0,05%

Ha az összes S-tartalmat összevetjük a vizes oldatban talált szulfát mennyiségével, láthatjuk, hogy a talaj kéntartalmának kb. 1/3 része van oldható SO₄ alakban, a többi nyilvánvalóan a talaj szerves és részben ásványi vegyületeiben található.

A kísérlet során minden hó végén analízis alá vettük a tölcserékekben kezelt talajból lecsöpögő oldatokat. Ezek a vizsgálatok jó felvilágosítást nyújtottak az egyes kezelések hatására beálló folyamatokat illetően.

Három egymásután következő hónapban a különbözőképpen kezelt mintákból lecesepegő oldatok elemzéseinek eredményeit tünteti fel az 1. táblázat.

Az 1. táblázat adataiból jól látható hogy az oldható humusz mennyisége az anaerób viszonyok között tartott mintákban jóval nagyobb mint az aeróokban. Szembetűnik ez az abszolút értékeknél is, azonban különösen akkor, ha az oldható humuszt a kísérlet alapjául szolgáló kiindulási talajminta összhumusz tartalmának százalékában fejezzük ki. Ha ezeket az adatokat nézzük, látható, hogy minél hosszabb ideig tart a vízborítás, annál jelentősebb az oldható humusz különbsége az aerób és anaerób viszonyok között. Ez a törvényszerűség arra enged következtetni, hogy a szikesedés, melynek során a szerves anyag jelentős része megoldható alakba, anaerób viszonyok között fokozottabban megy végbe.

A táblázat adatai jól mutatják, hogy a második, de még inkább a harmadik hónap során az anaerób viszonyok között tartott talajpróbákból jelentős mennyiségű vas oldódott ki. Ez a tény ugyancsak a szikesedési folyamatokat bizonyítja, melyek során a redukálódott vas oldható formába kerül és megkezdí mélyebb szintek felé vándorlását.

Míg az első és második hónapban a talajokról lecesepegő oldat szódalúgosságot nem mutatott, mint az 1. táblázatból látható, a harmadik hónapban az anaerób viszonyok között tartott talajpróbák jelentős, míg az aerókok közül néhány, csekélyebb mennyiségű Na₂CO₃-at tartalmaznak. Megállapítható, hogy az anaerób viszonyok mellett az alkalmazott kezelés minőségétől függetlenül, a harmadik hónapban mindenütt észlelhető volt a szóda keletkezése, azonban a legnagyobb mértékű a CaCO₃ és NaHCO₃ együttes alkalmazása esetén volt. A harmadik hónapban néhány aerób módon kezelt próbában is keletkezett szóda, mégpedig azoknál, amelyekben a kezelés során CaCO₃, vagy NaHCO₃ nyert alkalmazást. Meg kell azonban állapítani, hogy az aerób sorozatban mért Na₂CO₃ értékek igen csekélyek az anaerób sorozathoz képest.

1. táblázat
A modellkísérletek havonkénti elemzési eredményei

Sorszám	(1) Kezelés módja	(2) Oldható humusz mg%	(3) Oldható humusz az összhumusz %-ban	Na ₂ CO ₃ mg%	Fe mg%
<i>1. hónap</i>					
1	Időleges vízborítás	CaCO ₃ + H ₂ O	9,2	0,25	—
2		CaCO ₃ + NaHCO ₃	11,8	0,32	—
3		CaCO ₃ + Na ₂ SO ₄	11,7	0,32	—
4		Na ₂ SO ₄	10,0	0,27	—
5		NaHCO ₃	9,9	0,27	—
6		H ₂ O	11,5	0,32	—
7	Állandó vízborítás	H ₂ O	18,1	0,49	—
8		NaCO ₃	19,2	0,53	—
9		Na ₂ SO ₄	13,8	0,38	—
10		CaCO ₃ + Na ₂ SO ₄	18,1	0,49	—
11		CaCO ₃ + NaHCO ₃	17,5	0,48	—
12		CaCO ₃ + H ₂ O	17,4	0,48	—
<i>2. hónap</i>					
1	Időleges vízborítás	CaCO ₃ + H ₂ O	6,4	0,17	—
2		CaCO ₃ + NaHCO ₃	5,1	0,14	—
3		CaCO ₃ + Na ₂ SO	3,7	0,10	—
4		Na ₂ SO ₄	3,5	0,09	—
5		NaHCO ₃	4,2	0,11	—
6		H ₂ O	4,3	0,12	—
7	Állandó vízborítás	H ₂ O	17,2	0,47	—
8		NaHCO ₃	14,5	0,39	—
9		Na ₂ SO ₄	11,2	0,33	—
10		CaCO ₃ + Na ₂ SO ₄	9,8	0,27	—
11		CaCO ₃ + NaHCO ₃	13,7	0,38	—
12		CaCO ₃ + H ₂ O	10,7	0,29	—
<i>3. hónap</i>					
1	Időleges vízborítás	CaCO ₃ + H ₂ O	5,1	0,14	0,22
2		CaCO ₃ + NaHCO ₃	3,4	0,10	1,10
3		NaCO ₃ + Na ₂ SO ₄	2,7	0,07	0,24
4		Na ₂ SO ₄	3,1	0,08	—
5		NaHCO ₃	3,3	0,09	1,07
6		H ₂ O	2,1	0,05	—
7	Állandó vízborítás	H ₂ O	16,6	0,45	5,70
8		NaHCO ₃	22,0	0,60	5,30
9		Na ₂ SO ₄	14,6	0,40	2,40
10		CaCO ₃	13,9	0,38	2,80
11		CaCO ₃ + NaHCO ₃	13,5	0,37	0,08
12		CaCO ₃ + H ₂ O	11,7	0,32	6,30

Az 1. táblázat adatai azt mutatják, hogy megfelelő körülmények között a szódaképződésnek mind a HCO₃-CO₃ rendszer szerinti, mind pedig a szulfát-redukciós folyamat szerinti képződése lehetséges. Ezek szerint nem lehet mereven csak egyik vagy másik folyamatot a szikessedésnél történő szódaképződés kizárólagos okának tekinteni. Valószínű, hogy természetes viszonyok között mind a

CO₃-HCO₃ rendszerből, mind a szulfátok redukciója útján képződik szóda, viszont a feltételektől függően egyik, vagy másik folyamat túlsúlyba kerülhet.

A továbbiakban, a kísérlet harmadik hónapjában talajmintáinkat szulfidion tartalomra is megvizsgáltuk. A szódaképződést szulfátredukcióra visszavezető elméletek szerint a szódaképződés kísérője a H₂S. Az egyes mintákat megsavanyítva légmentesen kezelve, tartós CO₂ áramnak tettük ki, majd CuSO₄-tal lecsaptuk a szulfidot. Az eredményeket H₂S-re számítva adjuk meg.

2. táblázat
A 3 hónapon át kezelt modellek F⁺⁺, F⁺⁺⁺ és H₂S tartalma

Sorszám	Kezelés módja	Fe ⁺⁺⁺ mg%	Fe ⁺⁺ mg%	Fe ⁺⁺⁺ az összes Fe%-ban	H ₂ S mg%	
1	Időleges vízborítás	CaCO ₃ + H ₂ O	18,65	41,64	31,2	ny
2		CaCO ₃ + NaHCO ₃	19,81	41,45	32,3	ny
3		CaCO ₃ + Na ₂ SO ₄	18,47	36,66	33,4	ny
4		Na ₂ SO ₄	27,50	35,76	43,4	ny
5		NaHCO ₃	18,30	33,82	27,9	ny
6		H ₂ O	17,77	19,81	46,1	ny
7	Állandó vízborítás	H ₂ O	2,86	100,8	2,7	5,4
8		NaHCO ₃	1,63	118,5	1,3	8,0
9		Na ₂ SO ₄	1,02	129,4	0,9	6,0
10		Na ₂ SO ₄ + CaCO ₃	—	119,0	—	12,0
11		NaHCO ₃ + CaCO ₃	2,41	120,6	1,9	7,0
12		CaCO ₃	1,9	123,5	1,6	3,0

Mint a 2. táblázat adatai mutatják, az aerób sorozatban csak nyomokban mutatható ki a H₂S, ezzel szemben az anaerób sorozatban minden esetben, aránylag jelentős mennyiségben van jelen. Jóllehet a keletkezett H₂S mennyisége a Na₂SO₄ + CaCO₃ kezelés esetében a legnagyobb, hasonló a kénhidrogéntartalom ott is ahol szulfáttal nem kezeltük a talajt, sőt a tiszta vízzel kezelt anaerób viszonyok között tartott talajnál is.

Mind az oldható humusz és vas, mind pedig a szóda és H₂S adatai azt mutatják, hogy a modellkísérletekben ezek az anyagok döntően a tartós vízborítás hatására keletkeztek a talajokban. Ez a tartós vízborítás lényegesebb befolyást gyakorolt a modellkísérleteinkben e folyamatokra, mint a különböző híg sóoldatokkal, valamint CaCO₃-al való kezelés. Ez a megfigyelés sokban hasonló a természetben megfigyelhető szikesedési folyamatokra. Alföldünkön is közismert az, hogy az időegesen túlbő nedvességi viszonyok között levő talajokon alakulnak ki elsősorban a szikesek. Ez szikes talajok kialakulásához vezet ott is, ahol sok az oldható só a mélyebb szintekben, de ott is, ahol kevésbé sok (S z a b o l c s [25]). Ismert tény az is, hogy a szikeseken megfigyelhető szódaképződés szoros kapcsolatban áll a túlbő nedvességet biztosító lápos folyamatokkal. Régi munkák (S i g m o n d [20], T r e i t z [26], I r i n y i [8]) mutatják, hogy abban az időszakban, midőn Alföldünkön a mocsarak nagyobb helyet foglaltak el, a környékükön ott is voltak szódakivirágzások, ahol ma már más típusú sófelhalmozódást találunk.

A jelenlegi öntözőrendszereink környékén egyes helyeken, ahol rendszeres a túlóntözés, ugyancsak megfigyelhető, hogy a hidrokarbonát vagy a szóda mennyisége növekszik a felső rétegekben.

A továbbiakban kísérleteket végeztünk arra vonatkozólag, hogy a modellkísérletekben kapott H₂S milyen úton keletkezett. Abból a megfigyelésből kiindulva,

hogy ott is nyertünk H_2S -t az anaerób sorozatban, ahol SO_4 -sókat nem adtunk a talajhoz, kézenfekvő, hogy ez a kiindulástalaj szerves vagy szervetlen S vegyületeiből jött létre.

Ennek eldöntésére S^{35} segítségével végeztünk kísérleteket pH csövekben kisebb mennyiségű talajmintákkal. A kísérlethez 4 különböző kezelésű talajt használtunk: 1. H_2O , 2. $NaHCO_3$, 3. $NaHCO_3 + CaCO_3$, 4. $CaCO_3 + H_2O$.

A talajmintákat előzőleg már anaerób viszonyok között tartottuk. Ezek mindegyikének szuszpenziójával 4–4 pH csövet töltöttünk meg $\frac{3}{4}$ részig, s ezekből 2–2-höz S^{35} -tel jelzett metionint, 2–2-höz S^{35} -tel jelzett $CaSO_4$ -et adtunk. Az indikátort kb. 2 cm mélységig elkevertük a talajjal. A talaj ülepedése után a talaj felett néhány mm-es folyadékréteg alakult ki. A csöveget gumidugóval lezártuk és a cső légtérét gyengén megsavanyított 5%-os $CuSO_4$ oldatot tartalmazó szedővel kötöttük össze.

A talajminták 3 hónapig álltak a csövekben. Ezalatt a metionint tartalmazó talajon szemellátható változás következett be, ugyanis a metionin elkeverési mélységig a talaj fekete színeződést kapott, a folyadék felszíne felett pedig barna gyűrű alakult ki. Ezek az elváltozások, a jelzett $CaSO_4$ -et tartalmazó talajoknál nem voltak észlelhetők.

Három hónap eltelte után a talajmintákat 250 ccm-es Erlenmeyer-lombikba vittük át, majd HCl -val erősen megsavanyítottuk. A savanyú talajszuszpenzióból a felszabaduló H_2S -t nitrogén árammal hajtottuk át a $CuSO_4$ -os szedőbe.

A levált CuS -ot alul perforált plexi mérőedénykén szűrtük, szárítottuk, majd mértük az aktivitását. Az aktivitások mérése az Agrokémiai Kutató Intézetben szerkesztett áramlásos típusú G-M számlálócsoves berendezéssel történt. A mért totális aktivitás adatok a 3. táblázatban vannak összefoglalva.

3. táblázat
A totális aktivitás adatai.

A cső száma	A talaj előzetes kezelése	Hozzáadott indikátor	Aktivitás imp/perc
1	H_2O	$CaSO_4$	22,4
2	H_2O	„	28,6
3	$NaHCO_3$	„	29,6
4	$NaHCO_3$	„	35,4
5	$NaHCO_3 + CaCO_3$	„	24,8
6	$NaHCO_3 + CaCO_3$	„	21,4
7	$CaCO_3 + H_2O$	„	29,6
8	$CaCO_3 + H_2O$	„	29,4
9	H_2O	metionin	6433
10	H_2O	„	16397
11	$NaHCO_3$	„	8338
12	$NaHCO_3$	„	12265
13	$NaHCO_3 + CaCO_3$	„	15399
14	$NaHCO_3 + CaCO_3$	„	13400
15	$CaCO_3 + H_2O$	„	18245
16	$CaCO_3 + H_2O$	„	265

* Az egy-egy csőben elhelyezett metionin indikátor aktivitása 19 100 impulzus/perc, a $CaSO_4$ indikátoré pedig 17 550 impulzus/perc volt, figyelembe véve a kb. 3 hónapnak megfelelő bomlási periódust. Az indikátorok fajlagos aktivitásai nem voltak ismeretesek.

Jól látható a 3. táblázat adataiból az, hogy míg a szerves S vegyülettel, tehát CaSO_4 -gyel kezelt talajminták esetében a mért aktivitás rendkívül csekély addig a mentionnall kezelt mintáknál igen jelentős aktivitást mértünk. A kísérlet folyamán a CuS leválasztásánál is tapasztalható volt az a törvényszerűség, hogy a CuSO_4 -tal kezelt talajokból való áthajtásnál csapadékleválást nem észleltünk, a metioninnal kezeltéknél a fekete CuS csapadék leválása szemmelláthatóan is mutatkozott. Ezekután megállapítható, hogy a levegőtlen viszonyok között tartott talajmintákban a szerves kénvegyületek terhére történhetett a H_2S keletkezése, míg szulfátredukción e kísérletekben nem ment végbe.

Az eredmények rövid értékelése

A szikesedési modellkísérletekben sikerült szódát nyernünk többhavi vízborítás segítségével olyan talajokon is, amelyeknek a tartós vízborításon kívül semminemű kezelést nem adtunk.

Összhangban több szerző adataival, párhuzamosan a szóda keletkezésével, kénhidrogén keletkezését is észleltük. Ez idő szerint általános a vélemény, hogy ilyenkor a H_2S a talajban a szulfátból képződik.

Sugárzó S^{35} izotóppal végzett kísérleteink eredményei meggyőzően bizonyítják, hogy az egyes talajokban a H_2S keletkezése a szerves kénvegyületek terhére is történhet.

Ez a folyamat azért fontos, mivel olyan esetekben, ahol a szódás szikesek képződése mocsári folyamatokkal való genetikai kapcsolatban megy végbe, a H_2S keletkezése megfigyelhető.

Verner és Gordajeva [28] a Baraba Alföldön a talajvizekben is jelentős H_2S -t talált, a fenti folyamatok vizsgálata során. Feltehető, hogy a nagymennyiségű H_2S a talajokban levő szerves kénvegyületekből is keletkezhet. Sok helyen, többek között Alföldünkön is, a réti talajok, valamint a talajvizek sok szulfátot tartalmaznak. Általánosságban e vegyületeket tekintik a szikesedésnél, vagy láposodásnál fellépő H_2S kiinduló anyagának. Nincs kizárva annak lehetősége, hogy e szulfátok részben a H_2S oxidálódása útján jöttek létre, a H_2S pedig egyes esetekben a talaj szerves anyagából is keletkezhetett. A láptalajok ilyenirányú folyamataira már Muraközy [16] is célzott munkáiban.

Meg kell jegyezni, miszerint Glinka [7] is rámutatott arra, hogy a talajképződés során a szerves anyagok bomlása során a szóda alapanyaga és képződési feltételei megjelenhetnek a talajban. Kelley [11] és Arany [2] ugyancsak lehetségesnek tartják ilyen úton a szodaképződést a talajban.

A kén körforgása a talajképződési, különösen pedig a szikesedési folyamatok során igen kevésbé vizsgált kérdés. Egyes külföldi szerzők az utóbbi években e téma fontosságát ismételten hangsúlyozzák. Mann [14] tanulmányozta a S biológiai körforgását és szerves, illetve szervesetlen vegyületekbe való épülésének dinamikáját füves növényzet alatt, 50 éves tartamkísérletekben. Arra mutat rá, hogy a humuszhoz kötött S igen stabilis és ennek meg bomlása mélyreható változásokat hoz létre.

Kovda [13] a lápos és réti folyamatokkal kapcsolatban ugyancsak megállapítja azt, hogy igen sok elem, pl. a szilícium, vas, kén stb. sajátos tendenciájú biológiai körforgása jellemző e folyamatokra.

Igen kíváncsok a kérdéseket a szikesedéssel kapcsolatban hazai viszonyok között tovább vizsgálni.

Összefoglalás

Szarvas környékéről származó réti talajon modellkísérletekben a szikesedés dinamikáját tanulmányoztuk. A vizsgálatok eredményeképpen a következő megállapításokra jutottunk.

1. Állandóan túlbő nedvességi viszonyok között tartott talajokban akkor is fellépnek a szikesedés jellemző vonásai, ha igen híg sóoldatokkal jutnak érintkezésbe. Kísérleteinkben csupán vízzel kezeltük a mintákat és anaerób viszonyok között így is észlelhetők voltak a szikesedés tünetei.

2. A szikesedési folyamat során a fenti modellkísérletekben az első hónapban jelentősen megnőtt az oldható humusz mennyisége. A második hónapban emellett oldható állapotban levő vasat is kimutattunk, elég figyelemreméltó mennyiségben. A harmadik hónapban ezeken kívül a szóda is megjelent. Párhuzamosan a szóda képződésével, H_2S is keletkezett, amelyet ugyancsak mértünk.

3. A jelzett változások az aerób módon tartott és csak havonta egyszer átmedvesített talajpróbákban nem következtek be.

4. S^{35} -tel végzett további vizsgálatok azt mutatták, hogy a H_2S azokban a talajpróbákban keletkezett, amelyekhez az S-t metionin alakjában adtuk hozzá. Azokban a próbákban, amelyekhez a ként SO_4 alakjában adtuk, H_2S keletkezése nem volt megfigyelhető.

Érkezett: 1956. június 13.

Irodalom

- [1] Antipov-Karataev, I. N.: A szolonyeczek meliorációja a SzU-ban. SzU. Akad. Kiadó. Moszkva. 1953.
- [2] Arany, S.: A szikes talaj és javítása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1956.
- [3] Ballenegger, R.: Vízügyi Közlemények. 13. 28. 1931.
- [4] Cummings, A. B. & Kelley, W. P.: University of California. Techn. Paper. 3. 1. 1923.
- [5] Filipovski, G.: FNJ. Zemlyiste i biljka. Beograd. 3. 21. 1954.
- [6] Gedroic, K.: Válogatott művek. I. Szeljhozgiz. Moszkva. 1954.
- [7] Glinka, K. D.: Die Typen der Bodenbildung Borntraeger. Berlin. 1914.
- [8] Irinyi, J.: A konyári tó. Athenaeum. Pest. 3. 721. 1839.
- [9] Islam, M. & Elahi, M.: Jour. Agric. Sci. Cambridge. 45. 1. 1954.
- [10] Jarkov, Sz.: A podzoltalajok keletkezése. SzU. Akad. Moszkva. 1954.
- [11] Kelley, W. P.: Alkali Soils. Reinhold. New-York. 1951.
- [12] Kreybig, L. & Endrédy, E.: Transactions of the Third Int. Cong. of Soil. Sci. V. (1) 357. 1935.
- [13] Kodva, V.: A szikes talajok. SzU. Tud. Akad. Moszkva. 1946.
- [14] Mann, H.: J. Soil Sci. 5. 241. 1955.
- [15] Máté, F. & Szabolcs, I.: Agrokémia és Talajtan 4. 297. 1955.
- [16] Muraközy, K.: Term. Tud. Közlöny. 61. 593. 1902.
- [17] Prettenhoffer, I., Somorjai, F. & Kertész, L.: Agrokémia és Talajtan. I. 211. 1951.
- [18] Sigmond, E.: Mezőgazdasági Szemle. 19. 116. 1903.
- [19] Sigmond, E.: MTA Mat. és Term. Tud. Ért. 44. 38. 1927.
- [20] Sigmond, E.: A hazai szikesek. Akad. Kiadó. Budapest. 1923.
- [21] Sigmond, E.: Mezőg. Kut. 2. 235. 1929.
- [22] Sigmond, E.: Magyarhoni Földtani Társ. Ülése. IV. 7. 182. 1937.
- [23] Sturgis, M.: Louisiana State University Bull. 1. 271. 1936.
- [24] Scherf, E.: M. Kir. Földtani Intézet évi jelentése. 1925-28. 265. 1935.
- [25] Szabolcs, I.: Hortobágy talajai. Mezőg. Kiadó. Budapest. 1954.
- [26] Treitz, P.: Sós és szikes talajok. Stádium. Budapest. 1924.
- [27] Vámos, R.: Agrokémia és Talajtan. 5. 193. 1956.
- [28] Verner, A. R. & Gordajeva, E. A.: Pocsvoegyeniye. (11) 1012. 1952.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ В МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ

И. Сабольч, Ф. Мате, Ф. Молнар и Л. Кох

Научно Исследовательский Институт Агрохимии Академии Наук Венгрии,
Будапешт

Резюме

Для детального изучения процессов, происходящих при засолении, в модельных опытах изучили динамику засоления.

Объектом исследования явился верхний горизонт луговой почвы из орошаемой территории окрестностей г. Сарваша. На основании анализа водной вытяжки, и обменных катионов, исходная почва не показала признаки засоления. Но при орошении на практике наблюдается, что подобные почвы тяжёлого механического состава под влиянием орошения обнаруживают признаки засоления.

Исходя из цели по возможности лучше отражать наблюдаемые в природе процессы, почвы в модельном опыте были временно и постоянно залиты водой. Модельные опыты были поставлены в больших стеклянных воронках (по 2 кг почвы на воронку) на трубка которых монтировались краны.

У серии с временным затоплением кран был постоянно открыт, у серии с постоянным затоплением кран открывали только один раз в месяц, когда собирали стекающий раствор. Конечно у этих последних, почва в воронках была постоянно влажной. Стекающий раствор у обеих серий анализировали ежемесячно.

В обеих сериях к части почв примешивали CaCO_3 . Регулярно употребляемые растворы были следующие: H_2O , $\text{H}/100 \text{ Na}_2\text{SO}_4$, $\text{H}/100 \text{ NaHCO}_3$. Обычно один раз в месяц и эти растворы наливались в воронки.

Данные анализов показывают, что в моделях с постоянным затоплением происходят иные процессы, чем в моделях с временным затоплением. Обработки отдельными растворами солей имели меньше влияния, чем то обстоятельство, находилась ли почва под постоянным или временным затоплением.

В моделях, находящихся под постоянным затоплением, наблюдались следующие существенные изменения.

1. Количество растворимого гумуса возросло уже в первом месяце.
2. Во втором месяце в стекающем растворе обнаружили кроме того значительное количество растворимого железа.
3. В этих моделях сода образовалась в третьем месяце.

Эти признаки, включая и *появление* соды, были обнаружены во всех моделях, находящихся под постоянным затоплением, независимо от того, проводили обработку ли растворами солей или чистой водой, и независимо от прибавления к почве CaCO_3 .

В третьем месяце исследований был обнаружен во всех случаях H_2S там, где появился NaCO_3 . Наподобие соде, H_2S появился во всех моделях серии с постоянным затоплением, независимо от способа обработок. Напротив, в моделях с временным затоплением появление H_2S не было обнаружено даже в тех случаях, где почву обрабатывали отдельно и совместно ионами SO_4^{2-} и HCO_3^- .

Вышеизложенные признаки, т. е. повышение количества растворимого гумуса, появление растворимого железа, образование соды и H_2S можно наблюдать и в природе, в процессах засоления при орошении.

В дальнейшем изучали динамику образования H_2S при помощи изотопа S^{35} . SO_4 или метионина, прибавляя его к отдельным сериям почв, находящихся под постоянным затоплением. После трехмесячной обработки обнаружили, что из органического метионина образовался H_2S , но у почв, обработанных с SO_4 , такого образования не было.

Эти результаты показывают, что кроме хорошо известных процессов восстановления сульфатов, при засолении может образоваться H_2S из органических соединений серы почвы, что играет важную роль при образовании соды.

Таблица 1. Результаты ежемесячного анализа в модельных опытах. (1) Способ обработки (первые 6 образцов находились под временным увлажнением, а другие 6 образцов под постоянным избыточным увлажнением). (2) Воднорастворимый гумус в м2/%. (3) Волнорастворимый гумус в % от общего гумуса.

Таблица 2. Содержание F^{++} , F^{+++} и H_2S в моделях, обработанных в течение 3 месяца. (1) Способ обработки (см 1 таблицу).

Таблица 3. Данные тотальной активности. (1) Предварительная обработка почвы. (2) Прибавляемые индикаторы. (3) Активность в имц/мин.

Soil Alkalinisation Studies in Model Experiments

I. SZABOLCS, F. MÁTÉ, F. MOLNÁR and Mrs L. KOCH

Institute of Agrochemical Research of the Hungarian Academy of Sciences,
Budapest

Summary

With a view to throwing light upon the processes which take place in the course of alkalinisation, its dynamics has been studied in model experiments.

The surface horizon of a meadow soil from the irrigated area near Szarvas was used for the experiments. On the evidence of analyses of its aqueous solution as well as exchangeable bases, the initial soil showed no alkalinity, but it should be kept in mind that in the field soils of a similarly heavy mechanical composition frequently display alkalinisation upon the effect of irrigation.

To approach as closely as possible the conditions obtaining in the processes occurring in nature, the soils used in the model experiments were immersed in water, temporarily in one series, and kept immersed permanently in another one. Each model was placed in a large-sized funnel (holding 2 kg of soil) with a tap mounted on the tube.

In the temporarily wetted series the tap was kept open all the time, while in the other it was opened but once a month, when the solution dripping from the tube was captured. In both series, the solutions were analysed once a month.

In both series, a part of the soils was mixed with CaCO_3 . The solutions, which were generally poured into the funnels once a month, were: H_2O , N/100 Na_2SO_4 , and N/100 NaHCO_3 .

The analytical data showed that the processes taking place in the permanently immersed models were different from those in the temporarily wetted models. Treatments with saline solutions were found to exert much less influence on these processes than the circumstance whether the soil had been kept wet all the time, or not.

The following essential changes were observed in the models permanently immersed.

1. Soluble humus had increased in amount as early as in the first month.
2. In the second month, substantial quantities of soluble iron were demonstrable in the dripping solution.
3. In the third month, sodium made its appearance.

These changes could be observed in each and every permanently immersed model, independently of whether it had been treated with a saline solution, no matter what kind, or possibly with water only, and whether, or not, CaCO_3 had been added to the soil.

In the third month, H_2S was found wherever Na_2CO_3 was present. Like sodium, H_2S appeared in every permanently wet model independently of the mode of other treatment applied. On the other hand, in the temporarily wetted models it was not possible to demonstrate the presence of H_2S , not even after treatment of the soil with SO_4 or HCO_3 ions, or both.

The features enumerated in the foregoing can be observed under natural conditions as well in certain alkalinisation processes occurring on irrigation.

Using S^{35} isotopes, the dynamics of H_2S formation was thereafter studied.

To a series of permanently wetted soils sulphur was added in the form of SO_4 , to another one in the form of methionine. After treatment for 3 months it was found that H_2S had formed from the organic methionine, while none had arisen in the soils with SO_4 .

These findings make it appear possible that, apart from the well-known sulphate reduction processes, in alkalinisation H_2S can also form from the organic sulphur compounds of the soil, and plays an essential part in the formation of sodium.

Table 1: Monthly results of the analysis of model experiments. (1) Treatment, the upper 6 samples refer to temporarily wetted, the lower ones to permanently immersed models. (2) Soluble humus mg per cent, (3) Soluble humus and total humus in per cent.

Table 2: The F^{++} , F^{+++} and H_2S content of the models treated for 3 months. (1) Treatment, (s. table 1).

Table 3: Data on total activity. (1) Preceding treatment of the soil, (2) Added indicator, (3) Activity imp/minute.