

## Szikes talajok javítási lehetőségei szénsalakkal és pernyével

SZÉKELY ÁKOS és PÁNTOS GYÖRGY

*Agrártudományi Egyetem Agronómiai Kar Talajtani Tanszék, Budapest*

Hazánk szántóföldi területének igen jelentős részét, eddig művelés alá nem vett, gyenge termékenységgű, sokszor még időszakos legeltetésre sem alkalmas, szikes területek alkotják. Szikes területeink nagysága közel 1.0000,000 kh-ra becsülhető, ez szántóföldi területünk közel 10%-a. Ez a szám magában foglalja a meszes-szódás szikes területeket és a mészben szegény, kilúgzott szikeseket is. A kilúgzott szikesek javításának kérdése, első megközelítésben megoldottnak tekinthető, ha kellő mennyiségű mész áll rendelkezésre, vagy ott, ahol digózásra lehetőség van.

A meszes-szódás szikesek javítása, a fent említett módszerek egyikével sem oldható meg, mivel ezen talajok, bár meszet tartalmaznak, de oldhatatlan, tehát nem hatékony alakban.

Meszes-szódás talajaink hasznosítására már régebben történtek kezdeményezések, melyek azonban csak kisebb helyi eredményekkel jártak. Az eredménytelenség oka nagyrészt az volt, hogy csak egyoldalúan, vagy trágyázással, vagy öntözéssel kimosással, vagy csak egy bizonyos kémiai hatóanyaggal igyekeztek javítani.

Feltétlenül szükséges szikesek kialakulásának okát is tisztázni, hogy javításuknál az összes szik-kialakulási tényezőket figyelembe vehessük s így megszüntessük azok okait. Az eddigi gyakorlat megmutatta, hogy tartós eredményeket egyoldalú módszerekkel sohasem fogunk elérni.

A meszes-szódás szikesek egyéb javító anyagai, mint amilyenek a kénsav, kénpor, vasszulfát, alumíniumszulfát, kénsavas bauxit, inkább csak irodalmi szempontból kívánnak megemlékezést költséges voltuk miatt.

Új, olcsó, hazai szikjavító anyag felkutatására részint gyakorlati megfigyelések szolgáltattak alapot. Nagy üzemek mellett egész dombmagasságban gyűlik össze a kazánok égésterméke, a salak. Ezek a salakhegyeken (Salgótarján, Csepel) rövid idő alatt növénytakaró kialakulása figyelhető meg, amely a salak felső rétegének aránylag gyors elhumifikálódására mutat. Nagy figyelmet érdemel a vizsgálati idő alatt dolgozó parasztoktól kapott olyan értesülésünk, amely arról számol be, hogy szikes területeken a régi szenes cséplés után visszamaradó salak kiszórás helyén többéves termékenység volt megfigyelhető (Karcag, Hortobágy).

### Fizikai vizsgálatok

A szikjavító anyagok használhatóságát és hatékonyságát egyszerű koagulációs kísérletekkel szokták megállapítani. A salak esetében is először ezeket a vizsgálatokat ejtettük meg, és ezek gyorsan kiértékelhető, jó eredményeket mutattak.

Vizsgálatunkhoz Duna-Tisza közti meszes-szódás sziktalajt használtunk (Kun-szentmiklós). A mintát a feltalajból olyan helyről vettük (0—20 cm), ahol az

*Atropis limosa* (*Puccinellia*) csak foltonként jelentkezik. (A tanszék 1950. évi *Atropis*-os gypfje trágyázási kísérleti helyéről.)

A koagulációs vizsgálat első részét különböző helyről származó és különböző korú salakok eltérő adagolásával végeztük, hogy képet kapjunk egyrészt arra, hogy melyik salakféleség a legjobb, másrészt, hogy mekkora az a salakmennyiség q/ha-ra átszámítva, amely már kielégítő koagulációs eredményt ad. Első vizsgálatunkhoz a budai gázgyárból származó salakot használtuk fel (friss, párnapos salak). Célunk itt az volt, hogy egy helyről származó salakkal az optimális koaguláló hatást előidéző mennyiséget az ülepedési mértékek figyelembevételével megállapíthassuk.

Vizsgálatunkhoz kb. 600 mm magas és 30 mm belső átmérőjű üveghengereket használtunk. Az üveghengerekbe 1 mm-es szitán átszítált 100 g kunszentmiklósi meszes-szódás sziktalajt tettünk és erre 300 ml deszt. vizet adagoltunk, majd a vizet a talajjal standard módon összeráztuk mindegyik kísérlet esetében hasonló módon. Így egészen egyenletes talajszuszpenziót kaptunk. Azután adagoltuk az egyes üveghengerekbe a különböző mennyiségű, de egy helyről származó salakot.

Vizsgálatunkat 7 sorozatban végeztük el, minden sorozatnál kétszeres ismétlést alkalmazva. Az első sorozat kontrol volt, ahol salakot egyáltalában nem alkalmaz-

1. táblázat

Különböző salakmennyiségek koaguláló hatása kunszentmiklósi meszes-szódás szik esetében

Ülepedés ideje órákban	Salakmennyiségek 100 g sziktalajra grammokban kifejezve						
	∅	1,67g	3,3 g	5g	6,67 g	10 g	20 g
	mm						
1.	0 0	0 0	0 0	10 0	11 31	9	35
2.	0 0	0 0	0 2	3 3	15 40	16	38
3.	0 0	0 0	0 2	5 5	18 47	21	44
4.	0 0	1 0	2 2,5	6 6	23 51	25	49
5.	0 0	2 1	4 4,5	7 7	24 54	26	51
6.	0 0	2 1	4,5 5	8 8	30 57	32	54
7.	0 0	2 1	5 5,5	9 9	30 62	32	55
8.	0 0	2 1	5 5,5	9 9	30 62	32	56
9.	0 0	2 1	5 5,5	10 10	30 62	32	57
24.	0 0	3 1	6 8	17 17	42 77	46	75
25.	0 0	4 2	9 11	21 21	51 88	53	84

2. táblázat

Különböző minőségű salakok koagulációja (ülepedés nagysága mm-ben kifejezve)

Idő órában	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.	16. sz.	17. sz.
	salak					
	mm					
1.	0 0	0 0	0 0	0 0	6 9	0 0
2.	1 0	0 0	3 5	0 0	8 15	0 0
3.	2 1	0 0	4 7	2 0	10 21	0 0
4.	3 2	0 0	5 9	3 1	13 23	0 0
5.	3 2	0 1	6 12	3 2	14 26	0
20.	22 15	0 3	22 33	10 4	30 47	9 1
24.	25 20	0 4	24 37	10 4	32 50	11 2
48.	41 34	0 5	35 50	16 6	43 62	18 6
72.	53 44	2 6	43 61	20 11	50 70	24 8
96.	69 59	2 7	54 73	25 22	60 81	28 12

tunk. A koagulációs vizsgálatok első részletét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázatból megállapítható, hogy a 6,67 g feletti salakmennyiség már nem növeli a koagulációt. Ez a mennyiség 20 cm-es talajréteget véve alapul 2000 q/ha vagy 1200 q/kat. hold salaknak felel meg. További vizsgálataink során 100 g szikes talajhoz számított 7 g salakkal dolgoztunk. Az 5 g-os salakmennyiség koagulációs eredménye szintén megfelelőnek mondható. Lehet, hogy ezzel az alacsonyabb salakmennyiségekkel is olyan fizikai és kémiai hatást érhetünk el, amely a gyakorlat követelményeit kielégíti, azonban erre a választ csak a szabadföldi kísérlet adhatja meg.

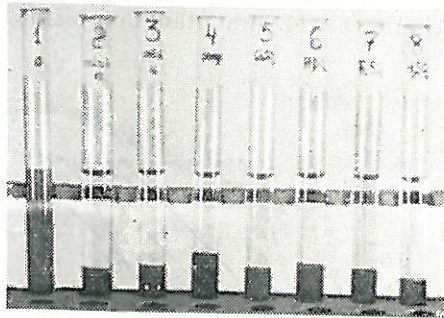
Ezután szintén az előbb leírt módon végrehajtott koagulációs próbával különböző korú és különböző minőségű salakokat vizsgáltunk (7 g salak + 100 g talaj). Adatainkat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A 48 órás kísérletből kitűnik, hogy a leghasználhatóbb salakféleség a 12-es és a 16-os számú. (Származási helye Csepel.) Az ülepedés mértékét a koagulálódott talajszuszpenzió feletti tiszta vízréteg képezte mm-ekben kifejezve és időegységekben mérve.

3. táblázat

Koagulációs kísérlet különböző javítóanyagokkal

Ülepedési idő percekben	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	∅	salak 12. sz.	salak 16. sz.	pernye	CaSO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	FeSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	mm							
5	0	35	0	35	25	15	40	20
15	0	45	40	45	45	35	40	40
30	1	50	45	45	45	42	45	50
45	2	50	47	45	46	45	48	51
60	2	50	48	45	47	46	50	53
120	2	53	50	45	48	48	52	54
180	3	53	50	45	49	48	53	55
240	3	53	50	45	49	48	53	55



1. ábra

Különböző javítóanyagok koaguláló hatása (3 óra elteltével). A kémcsövekben a javítóanyag sorrendje megfelel a 3. táblázatban feltüntetett sorrendnek

Harmadsorban különböző szikjavító anyagok úgymint gipsz, alumínium-szulfát, vasszulfát, kénsav, valamint a 12-es és 16-os salaknak és egy várpalotai lignitpernyének (Inota, November 7. erőmű) szik-koaguláló hatását tettük vizsgálat tárgyává. A koagulációs hatásokat párhuzamos vakpróbákkal hajtottuk végre: ∅ jelzéssel.

A koagulációs kísérleteket, hogy kisebb mennyiségű talajjal dolgozhassunk, itt közel egyforma nagyságú és belső átmérővel rendelkező kémcsövekben hajtottuk végre. A kémcsövekbe 1 g 1 mm-es szitán átszitált kunszentmiklósi meszes-szódás sziket mértünk be, abból a mintából, amelyet az előző kísérleteinknél is használtunk. A kémcsövekbe azután 10–10 ml deszt. vizet mértünk be, majd tízszer felfordítva felráztuk, így egynemű talajszuszpenziót kaptunk. Ezután a fent felsorolt anyagokból minden kémcsöbe 0,07 g-ot adagoltunk. Az ülepedés

mértékét milliméterekben adjuk meg 2, 5, 15 és 30 perc, valamint 4 óra elteltével, (3. táblázat, a számok milliméter értékeket jelentenek).

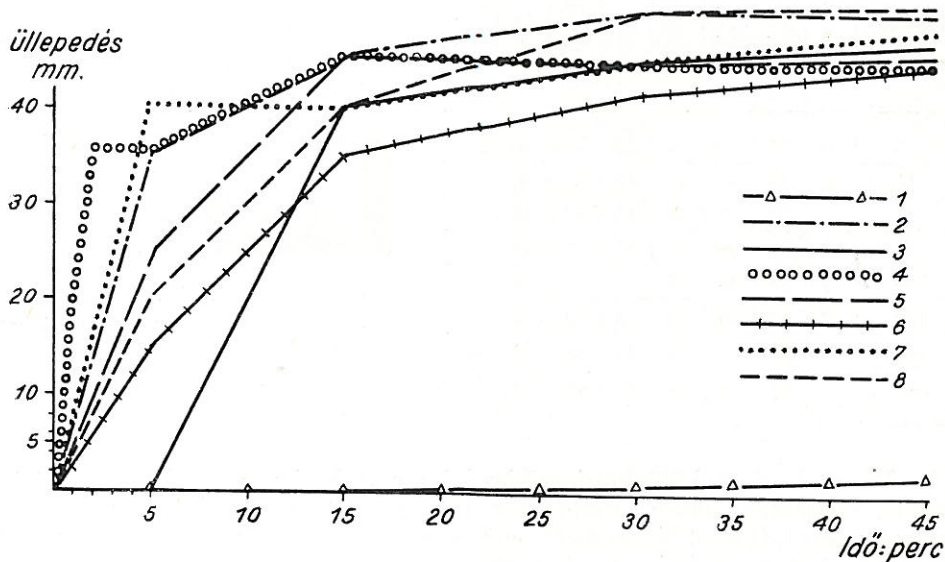
1. A kísérlet eredményei jól áttekinthetők a 2. ábrán. Megállapítható, hogy a salakok és a pernye szik-koaguláló hatása hasonló a kémiai szerek hatásához.

2. Legerősebb hatást a vasszulfát és a kénsav fejtett ki, a kísérlet végfázisát véve figyelembe, közvetlenül utánuk következnek a 12. és 16. sz. salakok, majd sorrendben gipsz, alumíniumszulfát, legvégül a pernye.

3. Más képet mutatnak a koagulációs eredmények a kísérlet első időbeli fázisában. A várpalotai lignitpernye a kísérlet második percében maximális, kiugró koagulálási értéket adott, ehhez hasonló csak a vasszulfát harmadik perces értéke volt. A koagulálási kísérlet időbeli első fázisa a koagulálási gyorsaságról ad képet, ebből a szempontból a sorrend a következő: pernye, vasszulfát, salak, gipsz, kénsav, alumíniumszulfát és a 16-os sorszámú salak.

4. Amint a 1. ábrán is látható, a javítóanyagok meglehetősen tisztán derítették a talajszuszpenziót, kivételt képeztek ezalól a kalciumszulfát és az alumíniumszulfát. Az alumíniumszulfát által koagulált szuszpenzió csak egy óra múlva tisztult meg, míg a gipsz által koagulált még a harmadik órában is opalizált és csak a negyedik órában volt tisztának mondható. A pernyék és a salakok kristálytisztára derítették.

5. A harmadik és negyedik óra koagulációs értékei közel azonosak, így a kísérletet a 4. óra után befejeztük.



2. ábra

Különböző javító anyagok koaguláló hatása. 1. Kezeletlen szikes talaj. 2. 12. sz. salak. 3. 16. sz. salak. 4. Pernye. 5. Gipsz. 6. Alumíniumszulfát. 7. Vasszulfát. 8. Kénsav

### Kémiai vizsgálatok

A salakokkal kapcsolatos kémiai vizsgálatokat két csoportra osztottuk. Elsősorban salakelemzést végeztünk kétféle módon, királyvizes és alkalis föltárással és vizsgáltuk a salak kén-, kalcium-, vas- és alumíniumtartalmát. Vizsgálá-

taink második részében a koagulálódott talaj szuszpenzió feletti tiszta folyadék-  
réteg pH értékét mértük meg, valamint szódában kifejezett fenolftalein lúgosságát.

A tiszta folyadék-  
réteg pH értékét elektrómetrikusan mértük Billmann-  
Waibel elektród párok között kinhidron segítségével. Erősen lúgos közegben a  
kinhidron bomlik, ellenben a pH értéket erősen módosító bomlása csak pár percen  
túl történik meg, ezért pH méréseinket a kinhidron adagolása után egy percen  
belső végeztük.

A tiszta folyadék-  
réteg fenolftalein lúgosságát úgy vizsgáltuk, hogy normál-  
tized sósavval titráltuk fenolftalein indikátor jelenlétében. A táblázatban talál-  
ható szám adatok (4. táblázat) 10 ml folyadék mennyiségére fogyott normáltized  
sósav ml jelenti.

4. táblázat

Különböző salakmintákkal végzett koagulációs vizsgálatok utáni tisztánmaradt folyadék fenolftalein lúgossága

Ellenőrző kísérlet	Salakminta számok											
	12.		13.		14.		15.		16.		17.	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0,14	0,02	0,01	0,11	0,11	0,08	0,07	0,07	0,09	0,00	0,02	0,05	0,07

5. táblázat

Különböző salakmintákkal végzett koagulációs ülepítések után tisztánmaradt folyadék pH-értékei

Ellenőrző kísérlet	Salakminta számok											
	12.		13.		14.		15.		16.		17.	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
9,2	7,85	7,9	8,58	8,49	8,5	8,3	8,51	8,5	8,00	7,98	7,95	7,9

Érdekes összefüggéseket kaptunk a salakok fizikai és kémiai vizsgálatai  
során a minőségre vonatkozóan. Egyes salakok esetében a koaguláció mértéke, a  
pH értéksökkenése és a fenolftalein lúgosság csökkenése korrelációban vannak  
egymással (1, 2, 4, 5. táblázatok egybevetése). A 4. táblázat adataiból kiténik,  
hogy mind az elektrometrikus pH vizsgálatnál, mind a fenolftalein lúgosság  
vizsgálatánál is a 12-es és a 16-os sz. salakok bizonyultak a legjobbnak (4. 5. tábl-  
ázat egybevetése). A salakkal nem koagulált talajszuszpenzió (ellenőrző kísérlet)  
pH értéke 9,20. Látjuk, hogy kereken 0,6 pH érték csökkenést értünk el a salakkal  
átlagosan (1,2 pH csökkenés optimálisan), amely jó eredménynek mondható.

Hasonló eredményeket tapasztaltunk a fenolftalein lúgosság csökkenése  
esetében is. Az ellenőrző kísérlet 0,14 ml sósavat fogyasztott normáltized koncent-  
rációban, a minimális csökkenés a salak hatására 0,03 ml, a maximális 0,12 volt,  
vagyis gyakorlatilag nullává redukálta a salak az oldat fenolftalein lúgosságát.

#### A salak kémiai elemzése

A salakmintáink kémiai elemzésénél kétféle feltárást alkalmaztunk, úgymint  
királyvízes és alkalikus, olvadákos Eschka feltárást. Kísérleteink folyamán az  
alkalikus feltárást mellett maradtunk, mivel a királyvíz erőlyes oxidáló hatása

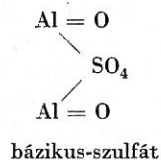
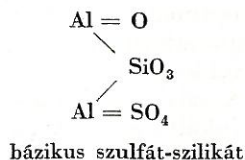
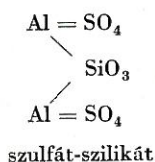
6. táblázat  
Salakok kémiai elemzésének eredményei

Salakminta számok	CaO	SO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	%		
16.	0,61	9,64	21,44
12.	0,68	3,51	23,99
15.	0,50	0,56	25,66
17.	0,68	1,79	27,38
Pernye, lignit, Petőfi bánya, mátravidéki erőmű	3,67	30,5	29,34

össze. A táblázatból kitűnik, hogy a salakok kalciumtartalma meglehetősen csekély ingadozást mutat 0,5%-tól 0,7%-ig, ugyanilyen állandóság mutatkozik a salakok vas- és alumíniumtartalmában, amely átlagban 21–28%-ig változik. Erősen ingadozik azonban és meglehetősen nagy határok között a salakok kén tartalma, általában 0,5–10%-ig.

Az átlagos salakelemzési eredményektől egészen elütők porszéntüzelési kazánjaink barnaszén, illetőleg lignit pernyéinek elemzési eredményei. A pernye külsőleg nagyon finom, meglehetősen könnyű és általában sötét szürke színű, szilárd égési maradék. Jellegzetes, hogy a pernyék a salakokkal szemben magasabb mész- és jóval magasabb kén tartalommal rendelkeznek. Barnaszeneink és lignitjeink kén tartalma meglehetősen magas. A pernyék kén tartalma erősen változik, tág határok között kb. 0,5%-tól 30%-ig. Elemzési eredményeinket az Erőművek Ipari Központja (ERIK) elemzési eredményeivel hasonlítottuk össze. Mintegy 25 pernyeminta elemzési eredményeit vizsgáltuk át. Az ERIK elemzési adatai nagyságrendileg megegyeztek a mi elemzési adatainkkal. Megállapítottuk, hogy kén tartalom szempontjából leggazdagabbak a Petőfi bánya és várpalotai lignitdarák pernyéi, átlagosan 5–30% szulfát tartalommal.

A salakokban és pernyékben a kén legnagyobb valószínűség szerint szulfát alakban van jelen. A salakelemzések kalciumtartalmát megnézve, kitűnik, hogy kalciumszulfát alakban a szulfátnak csak kis része lehet lekötve. Nagy a valószínűsége, hogy a pernyékben és salakokban a szulfát nagy része nehezen oldható alumínium, vas, magnézium szulfátszilikátok, bázikus-szulfátszilikátok, illetőleg bázikus szulfátok alakjában van jelen.



Ha a kalciumszulfát-dihidrát ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , gipsz) szulfát tartalmát kiszámítjuk, azt 46,5%-nak találjuk. Saját elemzésünk szerint a Petőfi bányai lignit-pernye szulfát tartalma 30,5%, (ERIK adatai szerint a várpalotai nemesített lignitdara szulfát tartalma 32,8%). Az említett pernyeminták szulfát tartalmuk

mellett is bekövetkezhet a kénvesztesség. Metodikai kísérleteink igazolták fenti feltevésünket. A salak kalcium, alumínium és vasoxid mennyiségét a királyvizes feltárásból határoztuk meg. A salak kalciumtartalmát gravimetricusan kalciumoxalát alakjában határoztuk meg, a vasat és alumíniumot oxid alakban szintén gravimetricusan, a ként báriumkloriddal leválasztva szulfát alakjában.

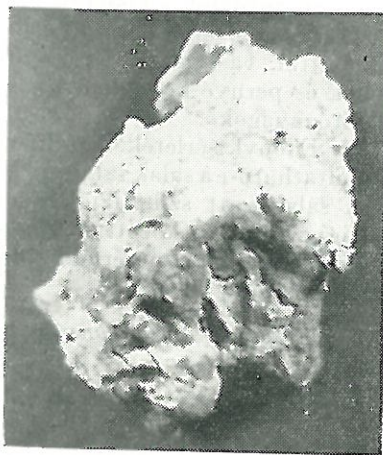
#### Salakelemzések kiértékelése

A salakok kémiai elemzésének adatait a 6. táblázatban foglaljuk

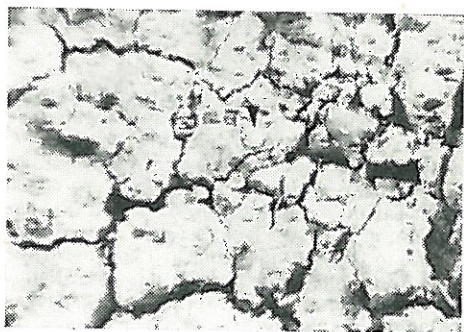
szerint tehát kb. 66—70%-os gipsznek felelnek meg, szulfáttartalmuk azonban nehezebben oldható.

### Edénykísérletek

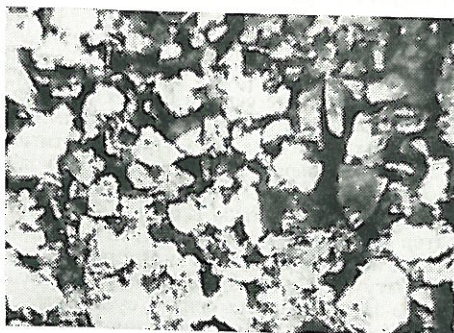
Hatféle salakkal állítottunk be vizsgálatot. A kísérlethez Neubauer-csészéket használtunk fel. A csészékbe egyenként 500 g talajt és minden 100 g talajhoz 7 g salakot adagoltunk, növényzet nélküli hortobágyi negyedosztályú szikes talajt használtunk. A salakot a bemért 500 g szikes talajra egyenletesen terítettük el, anélkül, hogy akár a salakot, akár a szikes talajt előzőleg porhanyítottuk vagy porítottuk volna. Az első sorozatban a salakot teljesen összekevertük a talajjal, a második sorozatban pedig csak a felső 2—4 cm-es rétegbe dolgoztuk be. A csészéket, ezután naponkénti vízadagolással állandóan nyirkosan tartottuk. Már a harmadik napon tapasztalható volt a salakkal kevert sziktalaj felszínén a kalciumszulfát és a nátriumszulfát erős kivirágzása, amely jelenség különböző kémiai javítóanyagokkal való kezelés után szokott mutatkozni (3. ábra). Az egyes kristálykiválásokat egyrészt kvalitatív kémiai analízisnek vetettük alá, másrészt mikroszkóp alatt vizsgáltuk. Kémiai összetételükre vonatkozó fenti megállapításunkat ennek alapján közöljük. Az ellenőrző kísérleti edényekben a sókivirágzásoknak nyomai sem mutatkoztak. Ezekben az edényekben a sziktalaj repedezett, szappanszerűen síma »nyalt« volt, olyan mint az eredeti állapotban a Hortobágyon vagy más szikes talajon (4. ábra). A salakkal kezelt talaj szerkezete is egészen megváltozott, a nagyobb rögök apró rögöcskékre estek szét (5. ábra). Azokon a rögökön, amelyek első napokban nem estek szét apró rögöcskékre, mikrorepedések voltak láthatók. Az edényvizsgálatoknál nem tudtunk az egyes salakfélések között határozott különbségeket felfedezni, mint pl. fizikai vagy kémiai vizsgálatoknál tettük, de első látásra szembetűnővé vált a salakkal javított talajok lazasága.



3. ábra  
Edénykísérlet, só-kivirágzás talajrögön



4. ábra  
Edénykísérlet, talajszerkezet salak nélkül



5. ábra  
Edénykísérlet, talajszerkezet salakadagolás után

### Összefoglalás

A magyarországi barnaszének és lignitek kéntartalma meglehetősen magas. Így terelődött a figyelem barnaszéneink salakjaira, de különösen utolsó kísérleteink eredményei szerint porszéntüzelésű kazánjaink lignitpernyéire, mint szikjavító anyagra. Barnaszén salakok kéntartalma általában alacsonyabb, a lignitpernyék kéntartalmánál. A salakokban és pernyékben a kén nagyrésze kalcium, alumínium és vasnak nehezen oldható szulfát-szilikátjai, bázikus-szulfátjai, vagy bázikus-szulfát-szilikátjai alakjában van jelen. Várpalotai lignitjeink pernyéinek egyrésze 30% körüli szulfáttartalommal rendelkezik, amely, szulfáttartalmát tekintve 66%-os, tehát kb. technikai tisztaságú kalciumszulfátnak felel meg. A salak és pernye szulfáttartalma a talajokban, a szilikátkötések miatt, nehezebben táródik fel, ezért a gipsznél lassabban hat.

Kísérleteket állítottuk be a salak és pernye szik-koaguláló hatásának tanulmányozására. A kísérletek kimutatták, hogy a salak és pernye koagulálja a vizes szik-szuszpenziót. A koaguláló hatás erősségének tanulmányozására vizsgálatokat végeztünk, azonos körülmények között, salakkal, pernyével, gipsszel, alumínium-szulfáttal, vasszulfáttal és kénsavval. A kísérlet eredménye azt mutatta, hogy a salak és pernye koaguláló hatása ugyanolyan nagyságrendű, mint a drága kémiai javítóanyagoké.

Edénykísérleteket állítottunk be öntözéssel, annak tanulmányozására, kimutatható-e a salak talajszerkezetre gyakorolt hatása. Azon edényekben, amelyekben salakozott sziktalajok voltak, a talajrögöcskék felszínén pár nap múlva sókivirágzás mutatkozott, a rögöcskéken apró repedések keletkeztek és megszűnt a szikes talaj szappanszerűen síma felülete, ellentétben azon edényekkel, amelyekben csak sziktalaj volt.

*Érkezett: 1953. január 10.*

### ВОЗМОЖНОСТЬ МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ВНЕСЕНИЕМ УГОЛЬНОГО ШЛАКА И ИЗГАРИ

А. Секель и Г. Пантош

Университет Сельскохозяйственных Наук, Факультет Агрономии, Кафедра Почвоведения, Будапешт

#### Выводы

Содержание серы в бурых углях и лигнитах Венгрии довольно высокое. Из-за этого стали обращать внимание на шлаки венгерских бурых углей, а особенно в результате наших последних исследований — на лигнитные изгари наших котлов с пылеугольным отоплением — в качестве веществ для мелиорации засоленных почв. В шлаках бурых углей содержится обычно меньше серы по сравнению с лигнитными изгарями. В шлаках и в изгарях сера содержится большей частью в виде малорастворимых сульфатов — силикатов, базических сульфатов или базических сульфатов — силикатов кальция, алюминия и железа. В одной части наших изгарей из лигнитов Варпалота содержится около 30% сульфатов, что соответствует сульфату кальция, содержащему 66% сульфата, т. е. примерно технической чистоты. В почвах из-за силикатных связей сульфаты, содержащиеся в шлаке и в изгари, труднее растворяются, поэтому они и действуют медленнее по сравнению с гипсом.

Авторами были поставлены опыты для изучения действия шлака и изгари на коагуляцию засоленных почв. Как опыты показали, водяная суспензия засоленных почв коагулируется под воздействием шлака и изгари. Для определения интенсивности действия на



коагуляцию были поставлены параллельные опыты шлаком, изгарью, гипсом, сульфатом алюминия, сульфатом железа и серной кислотой, в одинаковых условиях. Как опыты показали, шлак и изгарь по отношению действия на коагуляцию ни в чем не отступают от драгоценных химикатов.

Авторами были поставлены опыты в вегетационных сосудах с орошением, для изучения вопроса: влияет ли шлак на структуру почвы. В сосудах, где были засоленные почвы, обработанные шлаком, через несколько дней на поверхности почвенных комков был обнаружен выцвет солей, на комках появились мелкие трещины и исчезла мылоподобная гладкая поверхность засоленных почв, в противоположность сосудам, в которых находилась только засоленная почва.

Табл. 3. Опыты по коагуляции разными мелиоративными веществами. Первый столбец: время осаждения (в мин.). (1) Необработанная засоленная почва. (2) Шлак № 12. (3) Шлак № 16. (4) Изгарь. (5) Гипс. (6) Сульфат алюминия. (7) Сульфат железа. (8) Серная кислота.

Рис. 1. Действие различных мелиоративных веществ на коагуляцию (через 3 часа). Порядок мелиоративных веществ в пробирках тот же самый, что и в табл. 3.

Рис. 2. Действие различных мелиоративных веществ на коагуляцию. Ордината: осадок (в мм), абсцисса: время (в мин). Кривые имеют номера, тождественные номерам (в скобках) таблицы 3.

Рис. 3. Выцвет солей под воздействием шлака.

Рис. 4. Вегетационный опыт. Структура почвы без обработки шлаком.

Рис. 5. Вегетационный опыт. Структура почвы после внесения шлака.

## Possibilité de l'amélioration des sols alcalins avec des scories et des cendres de charbon

A. SZÉKELY et G. PÁNTOS

Chaire de la Science du Sol de la Faculté d'Agronomie de l'Université des Sciences Agronomiques, Budapest

### Résumé

La teneur en soufre des charbons bruns et des lignites hongrois est relativement haute. Cela a amené notre attention aux scories de nos charbons bruns et surtout, d'après les résultats de nos dernières expériences, aux cendres des lignites employées dans les chaudières à chauffage avec du comburant en poudre, comme des matières pouvant servir à l'amélioration de nos sols alcalins. La teneur en soufre des scories des charbons bruns est en général moindre que celle des cendres des lignites. Dans les scories et les cendres la plus grande partie du soufre est présent sous forme de sulfates-silicates, de sulfates basiques ou de sulfates-basiques-silicates du calcium, de l'aluminium et du fer, difficilement solubles. Une partie des cendres des lignites de Várpálotá contient 30% de sulfates, ce qui correspond à du sulfate de calcium à 66%, la teneur approximative du sulfate de calcium de pureté dite technique. La dissolution dans le sol de la teneur en sulfate des scories et des cendres est ralentie par les liaisons siliciques, l'effet des scories et des cendres est donc plus lent que celui du gypse.

Nous avons faits des expériences pour étudier l'effet coagulant des scories et des cendres. Les expériences ont démontré que les scories et les cendres coagulent les suspensions aqueuses des sols alcalins. Pour étudier l'effet du pouvoir coagulateur nous avons fait des essais comparatifs avec du gypse, du sulfate d'aluminium, du sulfate de fer et de l'acide sulfurique. Ces essais ont montré que l'effet coagulateur des scories et des cendres est de la même grandeur que celui des matières d'un prix élevé,

Nous avons fait des essais d'irrigation en pots pour voir si les scories ont un effet favorable sur la structure du sol. Dans les pots contenant des sols alcalins traités avec des scories l'on a pu voir après quelques jours des efflorescences de sels, les mottes se fendillaient et la surface lisse savonneuse du sol alcalin a disparu, en contraste avec les pots qui contenaient du sol alcalin non traité.

Tableau 3. Essai de coagulation avec diverses matières servant à l'amélioration des sols alcalins. Première colonne: temps de sédimentation en minutes. (1) Sol alcalin non traité. (2) Scorie No 12. (3) Scorie No 16. (4) Cendres. (5) Gypse. (6) Sulfate d'aluminium. (7) Sulfate de fer. (8) Acide sulfurique.

*Fig. 1.* Effet coagulateur de diverses matières servant à l'amélioration des sols alcalins, au bout de 3 heures. Le numérotage des tubes d'essais correspond au numérotage du Tabl. 3.

*Fig. 2.* Effet coagulateur des diverses matières servant à l'amélioration des sols alcalins. Ordonnée: sédimentation, mm. Abscisse: temps, minutes. Le numérotage correspond à celui du tableau 3 (en parenthèses).

*Fig. 3.* Efflorescence de sels causée par l'effet des scories.

*Fig. 4.* Essai en pot, structure du sol sans scories.

*Fig. 5.* Essai en pot, structure du sol après addition de scories.

## Possibility of Reclaiming Alkali Soils with the Use of Coal Slag and Flue Dust

A. SZÉKELY and G. PÁNTOS

Department of Soil Science, Faculty of Agronomy, University of Agricultural Sciences, Budapest

### Summary

Hungarian brown coals and lignites contain significantly much sulphur. Hence of brown coal slag and especially the flue dust of boilers fed with coal powder seem to be of great interest — according to our recent experiments — as reclaiming agents for alkali soils. The sulphur content ranges in brown coal slag, in general, below that of lignite flue dust. The main portion of sulphur in slag and flue dust is present as sulphate-silicates, basic sulphates or basic sulphate-silicates of calcium, aluminium and iron. Some flue dusts of lignites from Várpalota contain about 30 per cent sulphate which value corresponds to a 66 per cent (i. e. about technical grade) calcium sulphate. The sulphate in slag and flue dust is less available in the soil than that of gypsum — owing to silicate bonds.

Experiments planned with the aim to study the coagulating effect of slag and flue dust on alkali soils confirmed that slag and flue dust coagulates the aqueous suspension of alkali soils various investigations were carried on with slag, flue dust, gypsum, aluminium sulphate, iron sulphate and sulphuric acid under identical experimental conditions, to study the strength of coagulating action. The result of these experiments showed that the coagulating effect of slag and flue dust is of the same order of magnitude than that of expensive chemical reclaiming agents.

Irrigation experiments in pots were carried on to establish the possibility of detecting the action of slag on soil structure. In the pots containing alkali soil samples treated with slag, salt efflorescence appeared on the surface of soil aggregates in several days, then small cracks formed in the aggregates and the soap-like glossy surface of alkali soil disappeared in contrast to other pots containing untreated alkali soil.

Table 3 Coagulation experiments with various reclaiming agents. Column 1: time of sedimentation in minutes. (1) Untreated alkali soil. (2) Slag No. 12. (3) Slag No. 16. (4) Flue dust. (5) Gypsum. (6) Aluminium sulphate. (7) Iron sulphate. (8) Sulphuric acid.

*Fig. 1* Coagulating effect (after the elapse of 3 hours) of various reclaiming agents. The sequence of reclaiming agents in the test tubes is identical to that indicated in Table 3.

*Fig. 2* Coagulating effect of various reclaiming agents. Ordinate: degree of sedimentation in mm. Abscissa: time in minutes. The designation of curves is identical with the numbers in parentheses of Table 3.

*Fig. 3* Salt efflorescence under the effect of slag.

*Fig. 4* Pot experiment, soil structure without slag.

*Fig. 5* Pot experiment, soil structure after treatment with slag.