

## Méhszegény és átmeneti szikes talaj szerkezet- változása talajjavítás hatására

PATAKI BÉLA és KLIMES-SZMIK ANDOR

*Agrókémiai Kutató Intézet Talajtani Osztálya, Budapest*

A méhszegény és átmeneti szikes talajok adszorbeált nátriumtartalma viszonylag nagy, a talaj peptizált állapotban van, és ennek tulajdonítható, hogy ilyen talajok a növények fejlődésére igen kedvezőtlenek. Elsősorban tehát a kedvezőtlen fizikai talajtulajdonságok akadályozzák a növények megfelelő fejlődését. A talaj sótartalma ebből a nézőpontból csak másodsorban jöhet itt-ott számításba.

A kémiai talajjavítás elsődleges feladata az ilyen talajok kedvezőtlen fizikai tulajdonságainak megváltoztatása. A javulás azonban csak fokozatokban megy végbe. Az első lépés kolloidikai természetű: az adszorbeáló komplexusban a nátrium helyét fokozatosan kalcium foglalja el és ezzel párhuzamosan a peptizált állapotú szilárd talajfázisban koagulációs folyamatok indulnak meg, amelyek elsősorban a mikroszerkezet javulásához vezetnek. Ez azt jelenti, hogy az aggregálódás a 0,25 mm-nél kisebb méretű talajrészecskék régiójában indul meg.

Ez az első lépés a javulás irányában azonban csupán a kedvezőbb előfeltételeket teremti meg a vízálló talajmorzsák (amelyek a jó talajszerkezetet biztosítják) képződéséhez. Biológiai elemek bekapcsolódása nélkül a talajmorzsák értékes szerves ragasztóanyaga nem képződhet újra és így a kémiai beavatkozás hatására és azzal párhuzamosan megélenkülő baktériumtevékenység válik a tartósan morzsás talajszerkezet kialakulásának döntő tényezőjévé. Az esztendőnk hosszú sora folyamán egyre dúsabb vegetáció mind több és több évente elbomló gyökérmaradványa szolgáltatja majd az alapanyagot a baktériumok szintetizáló tevékenységéhez, melynek végterméke, morzsakötőanyagokat átítatva, azok felületét bevonva, Ca-ionokkal koagulált állapotban tartósítja a különböző nagyságú — de most már mindenképpen makrodimenziójú (0,25 mm-nél nagyobb) — részecskékötőanyagok vízállóságát.

Feladatunkat az képezte, hogy a fentebb vázolt folyamatok előrehaladását, mélységi kiterjedését a szelvényben, a talajjavítás módjától és a javításhoz használt anyagok minőségétől függően nyomonkövessük, illetve megállapítsuk.

Célkitűzéseinknek a kelemenügyi talajjavítási Kísérleti Telep talajai feleltek meg legjobban. Ezen a telepen a már nagyüzemileg is alkalmazott talajjavítási módok mellett P r e t t e n h o f f e r újabb eljárásai is kísérletezés alatt állnak. Ily módon tehát mind szakszerűség, mind a talajféleségek és javítási módok változottsága szempontjából ez a telep szolgálathatta a legmegfelelőbb talajminta anyagot.

### A vizsgálati anyag ismertetése

Vizsgálataink tárgyát képező talajminták zömét 1952. nyarán vettük a kelemenügyi telepen, különböző időpontokban beállított talajjavítási kísérletek parcelláiból. Abból a célból, hogy a javulási folyamat közbeeső fázisáról is tájékozódjunk, néhány olyan talajmintát is felhasználtunk, amely a megfelelő

helyekről, de 1950-ből származik. Tekintettel a telep igen változatos talajviszonyaira (még parcellán belül is), egyes mintákat vettünk; egy-egy minta súlya kb. 2 kg volt. Három talajjavítási kísérlet és egy kisebb üzemi tábla szolgáltatott a mintaanyagot. A kelemenügyi kísérletek részletesebb ismertetése tekintetében Prettenhoffer eredeti közleményeire utalunk (4, 5), mi csupán a méréseinkkel kapcsolatos tájékoztatást adjuk ezen a helyen. Ugyancsak itt mondunk köszönetet Prettenhoffer kartársnak szíves támogatásáért és értékes tanácsaiért, melyekkel munkánk elvégzéséhez hathatós segítséget nyújtott. A mintaanyag általános jellemzésére szolgáló adatokat az 1—3. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat  
A mintavételi helyek ismertetése

(1) A kísérlet jele	(2) Sorozat száma	(3) Parcella nagysága □-öl	(4) Talajjavítás módja	(5) Javítóanyag mennyisége		(6) A kísérlet beállításának éve	(7) A mintavétel időpontja
				q/kat. hold	m <sup>3</sup> /kat. hold		
1a.....	II.	160	Eredeti állapot. (E) Meszezt* (M) Sárgafölddel terített (T)	— 300 —	— — 300	1947	1952. VII. 3—4
1b....	Ugyanaz, mint az 1a kísérletnél						1950. VII. hó és 1952. VII. 3—4
4. sz.	I.	80	Eredeti állapot. (E) Mész + Gipszezt (M+G) Gipszezt (G) Meszezt* (M)	— M : 200 + G : 60 100 —	— — 200	1949	1952. VII. 3—4
8. tábla	—	—	Eredeti állapot. (E) Meszezt* (M) Sárgafölddel terített (T)	— 300 —	— — 300	1948	1950. VII. hó és 1952. VII. 3—4

\*) Cukorgyári mésziszap.

Az adszorpciós vizsgálatokat is elvégeztük az egész anyagon (lásd a 4. táblázatot, valamint az 1—4 ábrákat!). Szerkezeti szempontból az 1/a és 4. sz. kísérlet anyagát tettük többoldalú mérések tárgyává, mint olyanokat, amelyek mind talajféleség, mind javítás szempontjából leginkább különböznek egymástól. Az utóbbi talajmintákból tehát a felsoroltakon kívül mechanikai összetételt, mikroaggregátum és vízálló morzsa összetételt határoztunk meg (az 5. és 6. táblázat, valamint az 5—6 ábra!) és elvégeztük a vízáteresztés mérésén alapuló szerkezetvizsgálatot is Fagyjev—Viljamsz eljárásával (a 7. táblázat). A felsorolt vizsgálatok eredményei alapján az 1/a és 4. sz. kísérlet talajának további jellemzését adhatjuk.

Mechanikai összetétel szempontjából az 1/a kísérlet talaja a feltalajban kötött vályog (a 0,002 mm-nél kisebb részecskék, az agyagfrakció mennyisége 32%, ezen kívül a finom homokfrakció dominál: 27,8%), a mélységgel a kötöttség mértéke emelkedik és 50 cm-nél az agyagfrakció mennyisége eléri az 51%-ot, ezzel párhuzamosan a finom homokfrakció (0,05—0,25 mm) csökkenésével a porfrakciók mennyisége is változik. A talaj S-értéke 42—46.

2. táblázat

A talajjavítási kísérletek parcelláinak jellemző adatai (mintavétel ideje: 1952)

(1) Talaj- minta száma	(2) Kezelés	(3) Talajréteg mélysége, cm	(4) pH		(5) Mész- tartalom %	(6) Lég- száraz talaj ned- vesség- tartalma %	(7) Arany- féle kötött- ségi szám	(8) Összes só meny- nyisége %	(9) 5 órás kapillaris vízemelés mm	(10) Humusz- tartalom (Tyurin) %
			H <sub>2</sub> O	KCl						
<i>I/a kísérlet: mészegény, átmeneti szikes (11)</i>										
119.	E	0—15	6,63	6,03	—	1,63	46	0,10	125	3,10
120.	E	15—30	7,00	6,20	—	1,41	49		80	2,72
121.	E	30—50	7,72	6,84	0,2	2,57	52		0	1,80
122.	M	0—15	7,86	7,36	2,63	1,65			140	3,52
123.	M	15—30	8,01	7,03	0,61	1,71			105	2,60
124.	M	30—50	8,38	7,46	0,16	2,16			30	1,86
116.	T	0—15	7,87	7,07	3,19	2,78			170	2,69
117.	T	15—30	7,44	6,71	0,55	2,15			125	2,87
118.	T	30—50	7,60	6,61	—	2,70			50	1,72
<i>I/b kísérlet: átmeneti jellegű mészegény szikes (12)</i>										
134.	E	0—15	7,45	5,90	—		45	0,08	135	
135.	E	15—30	7,86	5,92	nyom				0	
136.	E	30—50	8,25	6,44	0,05				0	
131.	M	0—15	8,06	6,92	3,09				145	
132.	M	15—30	8,28	6,83	0,36				25	
133.	M	30—50	8,24	6,80	0,25				0	
128.	E	0—15	6,96	5,60	—		42	0,09	30	
129.	E	15—30	7,30	6,10	—				0	
130.	E	30—50	8,00	6,26	0,15				0	
125.	T	0—15	8,31	7,28	5,63				205	
126.	T	15—30	8,29	7,22	3,40				60	
127.	T	30—50	8,13	6,94	0,68				0	
<i>4. sz. kísérlet: átmeneti szikes (feltalajban gyengén lúgos, az altalajban erősen sós altípusú) (13)</i>										
143.	E	0—15	8,11	7,06	0,06	1,21	39	0,12	35	2,25
146.	E	15—30	8,20	7,18	0,26	1,23			0	1,29
137.	M+G	0—15	8,09	7,46	1,17	1,27			190	2,79
138.	M+G	15—30	8,00	7,43	0,83	1,32			210	2,27
139.	G	0—15	7,35	6,56	0,05	1,16			205	2,65
140.	G	15—30	8,24	7,76	0,30	1,93			0	1,45
141.	M	0—15	8,29	7,25	2,09	0,99			170	2,19
142.	M	15—30	8,45	7,80	1,90	1,12			145	2,15
<i>8. sz. tábla: átmeneti szikesen (14)</i>										
101.	E	0—10	7,22	6,85	0,15		38	0,08	80	
102.	E	10—20	7,69	6,70	0,09				20	
103.	E	20—30	8,21	6,88	0,07				0	
104.	E	30—45	7,91	6,71	—				0	
105.	E	45—60	7,86	6,55	0,22				0	
111.	M	0—10	8,04	6,91	1,41				75	
112.	M	10—20	8,19	7,10	0,75				60	
113.	M	20—30	8,80	7,60	0,24				30	
114.	M	30—45	8,10	7,30	—				0	
115.	M	45—60	8,13	7,22	0,67				0	
106.	T	0—10	8,06	7,39	3,62				200	
107.	T	10—20	7,94	6,83	1,66				35	
108.	T	20—30	7,99	6,80	0,13				20	
109.	T	30—45	8,26	7,16	0,10				0	
110.	T	45—60	8,41	7,60	2,49				0	

E: eredeti állapotú talaj. M: meszeztett. T: terített. M+G: mész+gipsz. G: gipszeztett.

3. táblázat

A talajminták vizes kivonatának összetétele (a vízben oldódó sók mennyisége)

A mintavétel ideje: 1952.

(1) A talaj- minta száma	(2) Kezelés	(3) Réteg mélysége cm	(4) A vizes kivonat kation-összetétele						(5) A vizes kivonat anion-összetétele				
			mg e. é./100 g talaj										
			Ca	Mg	K	Na	Összesen	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Összesen	
<i>1a. kísérlet</i>													
119.	E	0—15	0,175	0,10	0,17	1,25	1,69	—	0,80	0,20	0,64	1,96	
120.	E	15—30	0,25	0,315	0,09	1,40	2,05	—	0,89	0,19	1,02	2,10	
121.	E	30—50	0,225	0,06	0,18	2,40	2,86	—	0,65	0,59	1,36	2,60	
122.	M	0—15	0,78	0,60	0,35	0,85	2,58	—	1,12	0,31	0,78	2,21	
123.	M	15—30	0,83	0,86	0,21	2,55	4,45	—	1,74	0,43	1,04	3,21	
124.	M	30—50	0,18	0,22	0,20	2,70	3,30	—	0,93	0,26	0,76	1,95	
126.	T	0—15	0,71	0,47	0,23	1,10	2,51	—	0,81	0,35	0,92	2,08	
117.	T	15—30	0,80	0,65	0,25	2,30	4,00	—	1,34	0,10	0,14	1,58	
118.	T	30—50	0,30	0,36	0,19	2,85	3,78	—	0,65	0,16	0,52	1,33	
<i>1. sz. kísérlet</i>													
143.	E	0—15	0,15	0,20	0,11	3,35	3,81	—	1,12	0,55	0,40	2,07	
146.	E	15—30	0,07	0,25	0,05	3,71	4,08	—	1,20	0,52	0,63	2,35	
137.	M+G	0—15	1,40	0,89	0,33	1,25	3,87	—	1,01	0,05	0,88	1,94	
138.	M+G	15—30	0,70	0,81	0,23	2,10	3,84	—	1,12	0,31	0,66	2,09	
139.	G	0—15	0,21	0,16	0,22	1,65	2,24	—	0,44	0,73	0,90	2,05	
140.	G	15—30	0,20	0,28	0,16	3,45	4,08	—	1,26	0,08	0,60	1,94	
141.	M	0—15	0,48	0,44	0,22	2,85	4,03	—	1,53	0,08	0,66	2,27	
142.	M	15—30	0,21	0,25	0,27	4,60	5,28	—	2,00	0,35	1,00	3,35	

E: eredeti talaj, M: meszezett, T: terített, M+G: mész+gipsz, G: gipszezett.

Az Arany-féle kötöttségi szám és az S-érték nagysága alapján az 1/b kísérlet talaja is kötött vályognak minősül.

A 8. sz. tábla talaja a feltalajban vályog és a kötöttség mértéke a talajszelvényben a mélységgel emelkedik.

A 4. sz. kísérlet feltalaja (eredeti parcella) 29,3%-ot tartalmaz az agyagfrakcióból, a második domináló frakciót itt is a finom homok képezi 25,7%-kal. Ez a talaj kevésbé kötött az 1/a kísérlet talajánál. A 15—30 cm-es rétegben pedig még csökken a kötöttség. A kísérletsorozat parcellái feltalajának kötöttsége a 0-parcellától a meszezettig fokozatosan csökken. Az utóbbi agyagtartalma csupán 17,4% és már homokos vályognak tekinthető. Az agyagfrakción kívül ezekben a talajokban is a finom homokfrakció dominál váltakozó mennyiséggel. Az adszorbeáló komplexus nagysága (S-érték) a 0—30 cm-es rétegben 25,1 és 22,8 között váltakozik.

### Az alkalmazott vizsgálati módszerek

Az adszorbeált fémkationok mennyiségét Mehlich eljárásával (3) az adszorbeált hidrogént pedig M a d o s formoltitrálásos módszerével (2) határoztuk meg.

Részletesebb megbeszélést igényelnek az alkalmazott szerkezet vizsgálati eljárások. A talajminták mechanikai összetételét ülepítéssel, a pipettás eljárással határoztuk meg. Az előkészítést a Talajvizsgálati Módszertkönyvben (1., 38. oldal) ismertetett módon végeztük. Elroncsoltuk tehát a talajminták szerves anyagát H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-vel, de mérszertartalmukat nem távolítottuk el, miután különböző Ca-tartalmú javítóanyagok hatását tanulmányoztuk és ellenkező esetben lényeges és tudatosan hozzáadott elemétől fosztottuk volna meg a talajt. Talán éppen azokat a különbségeket nem tudtuk volna regisztrálni, amelyek a talajjavítás lényegéhez tartoznak. Ez azért volt különösen fontos,

mert a mechanikai elemzés adatait a mikroaggregátum elemzéssel óhajtottuk párhuzamba állítani. Hogy az üleptetés közegébe Ca-ionok ne kerüljenek, peptizálószer gyanánt Na-oxalátot alkalmaztunk 0,03 n koncentrációban.

A mikroaggregátum- és aggregátum-analízist egymással összekapcsolva végeztük A s z t a p o v módszerének alapvető alkalmazva. A talajminta benedvesítésének módját azonban előkísérletekkel állapítottuk meg és erre a célra 2 órás időtartamot találtunk alkalmasnak, miután a mikroaggregátum-analízis eredménye 2 órát meghaladó nedvesítési idő esetén már nem változott. A szabályosan légszárzóra szárított talajmintát tehát szokásos módon szétszítáltuk és a vizsgálatra kerülő 25 g-os mintát a különböző morzsafrakciókból az eredeti %-os összetétellel készítettük. Ezt a mintát óvatosan egy 1 literes üveghengerbe szórtuk. A talajt ezután fokozatosan vízzel telítettük, hogy a levegő szabadon távozhatson a morzsákból. A benedvesítést 1 óra leforgása alatt végeztük és mindössze annyi vizet csurgattunk óvatosan több részletben a henger fala mentén a talajra, hogy az utolsó adag nyomán is éppen csak átnedvesedett. További 1 órai állás után a hengert desztillált vízzel 1 literre töltöttük fel. A következő órában a hengert üveglappal lefedve, 10-szer egymás után lassan felfordítottuk, majd újlag 1 óra hosszat állni hagytuk. Utóbbi tehát a benedvesítés után 2 óra hosszat ázott álló vízben.

Ekkor az üveglappal fedett üveghengert megegyeszer felfordítottuk, majd eredeti helyzetében síma asztallapra állítva megkezdtük az üleptést és a különböző frakciók kipipettázását. Ugyanazokat az időpontokat és rétegmélységeket alkalmaztuk, mint a mechanikai analízisnél.

Miután az utolsó pipettázást is elvégeztük, az üveglappal újból lefedett hengert az aggregátum-analízishez előkészített, 3, 1, 0,5, 0,25 mm-es szitákból összeállított, víz alá merített szitasorozat, vízzel borított legfelső szitafelülete fölé emeltük és a talajminta nedves szétszítalását a Talajvizsgálati Módszertkönyvben (1. 60. oldal) ismertetett módon végeztük el.

A mikroaggregátum analízisnél a négyórás előkészítés után a pipettázás mintegy 6 órát vesz igénybe; a nedves szétszítalásig tehát a talajminta mintegy 10 óra hosszat van már a vízzel érintkezésben. A mikroaggregátum-elemzés után végzett aggregátum-analízis adatait tehát csupán az ugyanilyen módon végzett elemzések eredményével lehet összehasonlítani, erre a célra azonban — mint látni fogjuk — kielégítő módon megfelelnek. A Szavvinov—Dvoracek féle nedves szítalásos eljárásnál a talajminta egy óra hosszat ázik vízben; ez az idő jóval rövidebb az itt alkalmazottnál. A benedvesítés módja azonban ott jóval erőteljesebb: a talajminta egyszerre kerül érintkezésbe a víz egész tömegével, a hirtelen távozó légbuborékok jobban rombolják az aggregátumokat, mint az itt alkalmazott fokozatos, óvatos nedvesítéskor. A nedves szítalást önműködő készülékkel végezve az eredeti módszerrel 30 fürdetést, a mikroaggregátum-analízis után azonban csak 5 fürdetést alkalmaztunk. Az említett mozzanatok a kétféle eljárást a talajmorzsák szétrombolása tekintetében közelebb hozzák egymáshoz.

A mechanikai elemzés és az A s z t a p o v -féle módszer útján nyert eredményeket egymással párhuzamosan foglaltuk táblázatba, de a kiértékelés megkönnyítése céljából, ábrákon (5—6) is feltüntettük. Az ábrázolást ú. n. szemeloszlási görbék szerkesztésével végeztük. Ezek olyan görbék, amelyeknek egy pontja megmutatja, hogy bizonyos átmérőjű részecskéknél kisebb részecskék összesen hány %-ban vannak jelen a részecskehalmazban. A görbék tehát összegező, integráló görbék. Az így számított értékeket szemilogaritmusos ábrázolásban adjuk. A görbékbeli az aggregálódás mértéke és jellege közvetlenül kitűnik. Az alkalmazásra kerülő szerkezetvizsgálati módszerek megválasztása különösképpen azért igényel megfontolást, mert javított és eredeti állapotú szikes talajok szerkezeti állapotát akartuk összehasonlítani. Már a bevezetőben elmondottuk, hogy a kémiai beavatkozás hatására a szerkezet javulása a mikrodimenziókban indul meg, a makroszerkezet kialakulását a biológiai tényező bekapcsolódása indítja meg. A vizsgálatok tárgyát képező talajminták a javítást követő 2., 3., illetve 5. évből származnak és így az utóbb említett tényező is már kisebb nagyobb mértékben éreztette hatását, ami egyébként a parcellák talaja humusz-tartalmából is kitűnik. A talajminta anyagban tehát a legnagyobb mértékű változatosságával találkozunk a különböző természetű aggregátumoknak: a Na-kolloidokkal tömötten összeragasztott álmorzsaiktól kezdve a különböző átmeneti alakzatokon keresztül egészen az itt-ott, hár kis mennyiségben, de határozottan jelentkező értékes, vízálló morzsáig. Az eredeti Szavvinov—Dvoracek féle elemzés szikes és nagy agyagtartalmú talajoknál nem ad helyes eredményt, mert a nedves szétszítaláskor a szétázott aggregátumok újból összezsapolódnak és így a frakciók súlyának megállapításakor vízálló morzsáknak adódnak a növénytermesztés szempontjából előnytelen tulajdonságú aggregátumok.

A talajjavítási kísérletek parcelláin megállapított jelentős mértékű termésemelkedéstől eltekintve (ami a talaj javulásának alapvető bizonyítéka), a javított parcellák talaja szemelláthatólag előnyösen különbözik az eredeti állapotú talajtól; előbbieik már nem szétfolyók nedves állapotban és nem kőkemények szárazon. Ezek a talajok sokkal kisebb mértékben hantósak, a hantok is könnyen

esnek szét apróbb rögökre. Ezt néhány talajminta száraz szétszítálásának eredménye is bizonyítja. Az 5 mm-nél nagyobb morzsák mennyisége

az 1/a kísérlet	eredeti parcellájának	sárgafölddel javított 0—15 cm-es rétegében :	meszezett
	21,04%	9,14%	5,49%
a 4. sz. kísérlet	eredeti parcellájának	gipsz + meszezett 0—15 cm-es rétegében :	gipsszel javított
	33,23%	2,84%	10,84%

Számos előkísérlet eredményéből levont tanulság alapján, az alkalmazott eljárás viszonylag a legjobb eredményt adja. A megművelt alatti (15 cm-től lefelé) talajrétegből származó mintánál kaptunk csupán némely esetben az aggregátum-analízisnél a ténylegesnél valószínűleg valamivel magasabb eredményt. Ezekben az esetekben az összegező görbék jobb szárnya (a 0,25 mm-nél nagyobb morzsák régiójában) kissé bizonytalan.

Ez az utóbbi körülmény tette szükségessé a *Fagyfejev—Viljamsz* (lásd 65. oldalt) szerinti, vízáteresztés mérésén alapuló, eljárás alkalmazását is.

A laboratóriumi munkában Jankovics László (mech. anal.), Keszegh Márta (mikroaggr. és aggr. anal.) és Farkas Mária (vízáteresztés mérés) egyetemi hallgatók voltak segítségünkre. Ezért nekik hálás köszönetet mondunk.

### A mérések eredményének megbeszélése

A vizsgálatok tárgyát képező négy kísérlet eredeti állapotú parcelláinak talaja szerkezet szempontjából nem azonos, ami az adszorbeált nátrium mennyiségeivel áll összefüggésben. A legkevesebb adszorbeált nátriumot az 1/a kísérlet 0-parcellájának feltalaja tartalmazza (3. tábl.), a többi 0-parcellákban ez az érték az egymásnak megfelelő rétegekben egymáshoz közeleső érték, kivéve a 4. sz. kísérlet talaját, amely a többinél nagyobb mértékben szikes. Az 5-órás kapilláris vízelelés adatai (2. tábl.) nagyjából ezeket a viszonyokat tükrözik vissza.

Mint a továbbiakban látni fogjuk, a talajjavítás a szerkezeti állapotra minden esetben pozitív hatással volt, ez azonban az eredeti parcellák változatos viszonyai folytán, helyesen viszonylagos mértékkel mérhető. A kolloidikai vizsgálatok eredményét ebben a szellemben tüntettük fel az 1—4. ábrákon. Ezekben az ábrákon olyan koordinátarendszert találunk, amelynek a vízszintes tengelye a 0-ponttól kezdődően úgy pozitív, mint negatív irányban fel van rajzolva. A 0-pontból lefelé induló tengelyen a rétegmélységeket tüntettük fel. A 0-parcella adszorbeáló komplexusában szereplő egyes kationok S-érték %-ban kifejezett mennyiségét 100-nak véve. A talajjavítás hatására bekövetkezett változást olymódon tüntettük fel, hogy az egyes komponensek az eredetihez viszonyított %-os mennyiség növekedését a pozitív oldalon, csökkenését pedig a negatív oldalon ábráztuk.

Mind a meszezéssel, mind a sárgaföldes terítéssel végzett talajjavítás előnyös változást hozott minden kísérletben, az adszorbeáló komplexus összetételében. A sárgafölddel terített parcella javulása nagyobb mértékű az 1/b kísérletben, mint az 1/a-ban. Ez azzal magyarázható, hogy az 1/a kísérletben közepes, az 1/b-ben pedig jó minőségű sárgaföld nyert alkalmazást. A 4. sz. kísérletben a mész + gipsz együttes alkalmazása hozta a kimagaslóan legjobb eredményt.

4. táblázat

A kezeletlen (eredeti állapotú) kísérleti parcellák adszorbeáló komplexusának nagysága és összetétele

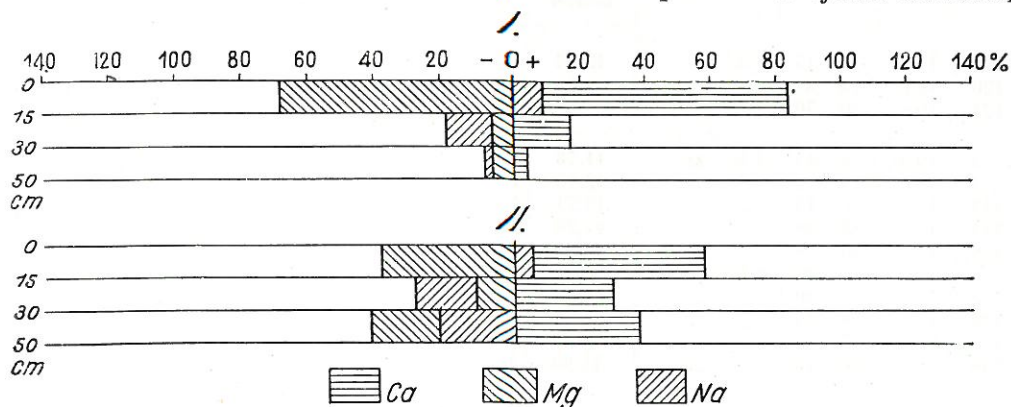
(1) A talaj- minta száma	(2) Minta- vétel ideje	(3) Réteg mélysége cm	(4) A kísérlet jelzése	(5) S-érték (az adszor- beált fém- kationok összege)	(6) Az adszorbeált kationok							
					mge. é/100 g talaj				az S-érték %-ában			
					Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
119.	1952.	0—15	1/a	42,52	15,75	21,37	2,20	3,20	37,10	50,0	5,16	7,74
120.	1952.	15—30	„	44,64	16,73	19,19	3,70	5,0	37,80	42,40	8,30	11,50
121.	1952.	30—50	„	46,0	18,75	16,75	2,50	8,0	40,70	36,40	5,42	17,48
3.	1950.	0—15	1/b. Ø M	41,78	13,50	19,70	0,46	8,12	32,31	47,15	1,10	19,43
4.	1950.	15—30	„ „	42,13	16,0	16,03	0,70	9,40	38,02	38,04	1,66	22,31
134.	1952.	0—15	„ „	40,71	12,50	21,81	1,70	4,70	30,60	53,60	4,0	11,70
135.	1952.	15—30	„ „	47,20	13,75	23,80	1,95	7,70	24,0	59,0	3,40	13,60
136.	1952.	30—50	„ „	40,25	12,0	21,10	1,65	9,50	29,90	42,50	4,11	23,49
7.	1950.	0—15	1/b. Ø T	34,58	8,75	19,42	0,91	5,50	25,30	56,15	2,62	15,90
8.	1950.	15—30	„ „	40,21	14,37	14,24	0,80	10,80	35,73	35,41	1,98	25,06
128.	1952.	0—15	„ „	47,52	14,10	26,02	1,80	5,60	29,70	54,60	3,80	11,90
129.	1952.	15—30	„ „	54,21	15,50	29,76	1,25	7,70	28,60	54,70	2,30	14,40
130.	1952.	30—50	„ „	45,90	14,0	20,50	2,10	9,30	30,40	44,60	4,56	20,44
143.	1952.	0—15	4. sz.	33,61	9,0	15,91	1,90	6,0	26,60	50,50	5,60	19,30
146.	1952.	15—30	„ „	32,41	7,75	12,96	2,20	9,50	23,90	39,90	6,78	29,42
11.	1950.	0—15	8. sz. tábla	34,33	11,0	17,33	1,0	5,0	32,04	50,48	2,91	14,56
12.	1950.	15—30	„ „ „	34,61	16,0	11,40	1,72	5,40	44,62	34,81	4,97	15,60
101.	1952.	0—15	„ „ „	34,54	15,0	12,30	2,04	5,20	43,40	35,70	5,74	15,06
102.	1952.	10—20	„ „ „	35,52	17,25	10,27	2,20	5,90	48,60	28,60	6,20	16,60
103.	1952.	20—30	„ „ „	40,51	15,35	13,0	3,76	8,40	38,60	32,06	9,26	20,08
104.	1952.	30—45	„ „ „	45,12	14,75	17,62	1,45	11,30	32,60	39,00	3,22	25,18
105.	1952.	45—60	„ „ „	47,35	14,50	17,30	1,55	14,20	30,70	36,20	3,08	30,02

A javulás minden esetben abban nyilvánul meg, hogy a Ca idő folyamán egyre nagyobb teret hódít a Mg és a Na rovására az adszorbeáló komplexusban. Miután a kísérleti terület talaja erősen Mg-tartalmú, a javulás folyamata a három ion kölcsönös vetélkedésének jegyében zajlik le. Éppen erre való tekintettel ilyen területeken nemcsak alacsony Na-, de egyúttal alacsony Mg-tartalmú sárgafölddel a javulás üteme nagy mértékben meggyorsítható.

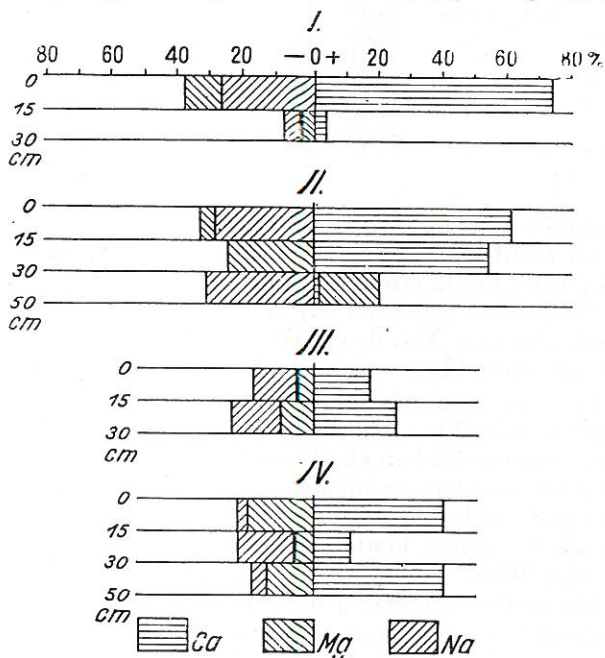
A vizsgált kísérletekben a mészszegény és átmeneti szikes területek tulajdon-ságai csupán olyan kis mértékben különböznek egymástól, hogy a javulás menete talajnemek szerinti csoportosításban elvi különbségeket nem mutat. Jól érzékelhető különbségeket találunk azonban az alkalmazott javítóanyagtól függően. A mésziszap gyors, erélyes javulást hoz a felső (0—15 cm-es) talajrétegben, mélység irányú hatása azonban csak lassabban bontakozik ki a talaj vízgazdálkodási tulajdon-ságaitól függően. Sárgaföldes javítás esetén a kezdeti javulás mértéke valamivel kisebb, mélységi kiterjedése azonban jelentősebb.

A javulás mértékét a talajszelvény mélységében vizsgálva, azt tapasztaltuk, hogy egyes esetekben (az 1/a, 1/b és 8. sz. terített parcelláinak 1952. évi mintái) a javulás a 15—30 cm-es rétegben kisebb mérvű, mint a felette és alatta lévő rétegekben. Ezt a jelenséget többféleképpen magyarázhatjuk: különböző lehet a talaj rétegenkénti vízáteresztése és így a kimosódás mértéke különbözhet, de

lehet ez a helyi tömörülés, eketalpréteg is. Esetleg ebbe a rétegbe esik a természetett növények aktív gyökérszónája és így a tápanyagfelvételben rejlik a magyarázat. A jelenség okát behatóbban nem kutatunk, de mindenesetre figyelmet érdemel, mint a talaj javulása dinamikájának jellemző mozzanata, amely a javított szikeseken alkalmazásra kerülő legjobb agrotechnika megválasztásánál játszhat — más fontos szempontok mellett — szerepet. Az adszorbeáló komplexus összetételében, a talajjavítás hatására beállott kedvező változások a parcellák talajának szerkezeti



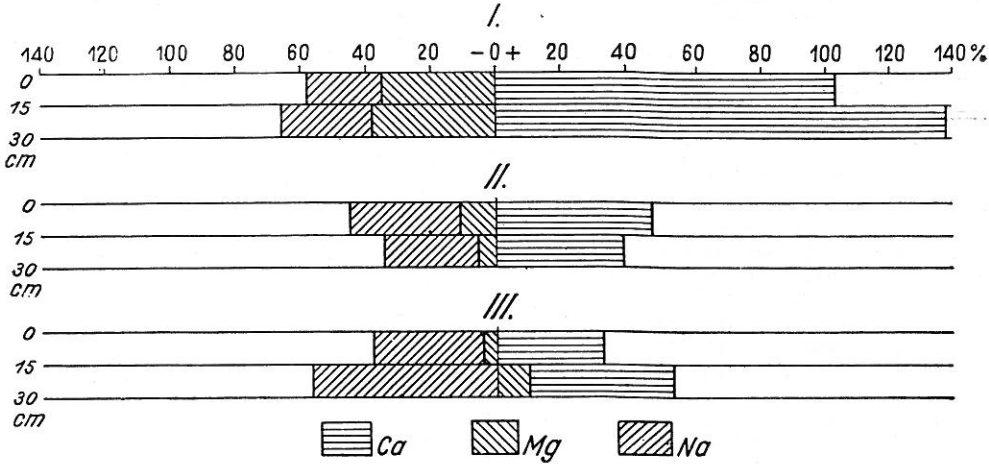
Az adszorbeáló komplexus összetételének megváltozása talajjavítás hatására az Ia. kísérlet meszeztett (I) és sárgafölddel terített (II) parcellájában, 1952-ben.



Az adszorbeáló komplexus összetételének megváltozása talajjavítás hatására az Ib. kísérlet meszeztett (I: 1950 évi; II: 1952 évi mintavétel), és sárgafölddel terített (III 1950 évi; IV: 1952 évi mintavétel) parcellájában.

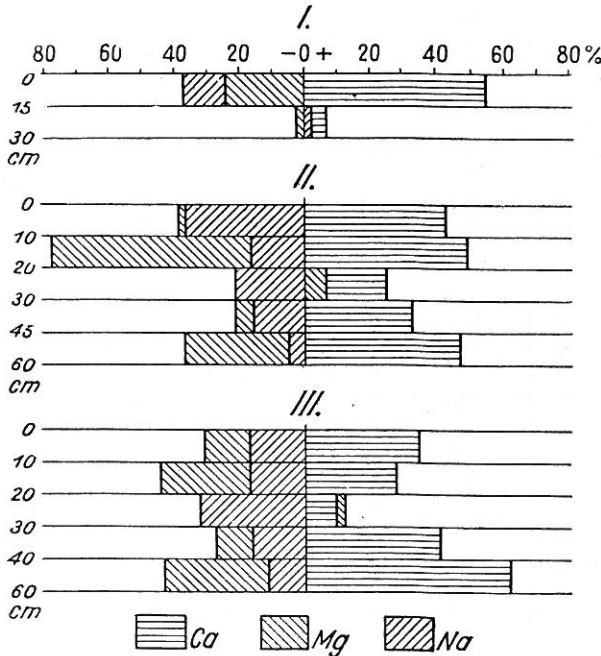


állapotában is kimutathatók. Ilyen irányú részletesebb vizsgálatok tárgyává az 1/a és 4. sz. kísérletből gyűjtött anyagot tettük. Az eredményeket az 5. és 6. táblázatban foglaltuk össze, valamint az 5–6 ábrákon tüntettük fel. A szerkezetvizsgálatokkal kapcsolatban is kimondhatjuk, hogy a javulás ténye minden esetben kimutatható.



3. ábra

Az adszorbeáló komplexus összetételének megváltozása talajjavítás hatására a 4. sz. kísérlet mész + gipszrel javított (I), gipszszett (II) és meszezett (III) parcellájában. 1952-ben



4. ábra

Az adszorbeáló komplexus összetételének megváltozása talajjavítás hatására a 8. sz. tábla meszezett (I: 1950 évi; II: 1952 évi mintavétel) és terített (III: 1952 évi mintavétel) parcellájában

## 5. táblázat

## Eredeti állapotú és javított parcellák talajának mechanikai és mikroaggregátum analízise

(1) A talaj- minta száma	(2) Kezelés	(3) Minta- vételi ideje	(4) Réteg- mélység cm	(5) Az analízis neve	(6) A különböző méretű talajrészecskék (mm) mennyisége a teljesen száraz talaj %-ában						
					<0,002	0,002— 0,005	0,005— 0,01	0,01— 0,02	0,02— 0,05	0,05— 0,25	0,25<
<i>1a. kísérlet</i>											
119.	<i>E</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	32,0	5,7	8,9	17,8	5,8	27,8	2,0
	<i>E</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	1,6	1,0	2,7	0,5	18,4	42,3	33,6
120.	<i>E</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	36,0	8,4	9,4	14,6	14,2	14,7	2,7
	<i>E</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	2,0	0,6	1,9	3,6	16,1	28,6	47,8
121.	<i>E</i>	1952.	30—50	Mech. anal.	51,0	6,9	11,5	10,2	6,3	11,8	2,3
	<i>E</i>	1952.	30—50	Mikroag. a.	1,5	0,9	1,2	6,6	14,1	29,1	46,6
122.	<i>M</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	26,2	11,9	12,1	16,2	9,9	23,0	0,7
	<i>M</i>	1950.	0—15	Mikroag. a.	2,1	1,6	1,7	6,3	11,6	30,3	46,3
	<i>M</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	1,4	0,6	0,8	1,9	6,5	45,3	43,5
123.	<i>M</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	33,3	10,3	11,2	12,8	9,7	21,7	0,9
	<i>M</i>	1950.	15—30	Mikroag. a.	1,1	1,0	2,0	6,5	15,4	22,1	52,0
	<i>M</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	1,1	0,8	1,3	3,6	9,5	21,6	62,1
124.	<i>M</i>	1952.	30—50	Mech. anal.	53,0	7,3	9,2	11,2	6,7	11,7	0,9
	<i>M</i>	1952.	30—50	Mikroag. a.	3,6	3,9	4,7	3,5	8,3	31,4	44,6
116.	<i>T</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	32,6	12,4	12,2	11,8	7,8	18,7	4,5
	<i>T</i>	1950.	0—15	Mikroag. a.	1,1	0,9	2,9	7,6	18,6	30,0	38,9
	<i>T</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	1,3	0,3	2,0	1,9	13,1	40,0	41,4
117.	<i>T</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	43,0	9,7	9,1	13,2	10,4	12,1	2,5
	<i>T</i>	1950.	15—30	Mikroag. a.	1,3	0,5	1,8	3,2	47,7	21,2	24,3
	<i>T</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	1,9	0,4	1,4	3,8	9,1	41,0	42,4
118.	<i>T</i>	1952.	30—50	Mech. anal.	65,1	3,9	8,2	11,6	5,2	5,2	0,8
	<i>T</i>	1952.	30—50	Mikroag. a.	1,2	0,6	1,4	5,3	12,6	38,4	40,5

## 4. sz. kísérlet

143.	<i>E</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	29,3	6,4	7,8	14,1	13,5	25,7	3,2
	<i>E</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	1,3	0,6	2,5	7,2	28,6	40,3	19,5
137.	<i>G+M</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	21,5	6,5	9,8	15,3	16,4	27,8	2,7
	<i>G+M</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	1,6	1,1	5,2	4,6	14,9	40,1	32,5
138.	<i>G+M</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	22,2	6,3	10,2	13,9	17,0	25,4	5,0
	<i>G+M</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	1,8	0,8	2,3	5,0	17,1	38,0	35,0
139.	<i>G</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	20,0	6,0	9,1	14,8	14,2	34,9	1,0
	<i>G</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	2,1	1,5	2,4	8,4	18,2	32,0	35,4
140.	<i>G</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	21,8	32,8	4,3	11,8	8,0	17,9	3,4
	<i>G</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	1,6	0,3	1,8	6,3	12,5	30,1	47,4
141.	<i>M</i>	1952.	0—15	Mech. anal.	17,4	10,1	8,1	13,5	20,0	28,8	2,1
	<i>M</i>	1952.	0—15	Mikroag. a.	2,2	1,6	2,6	7,5	12,8	48,5	24,8
142.	<i>M</i>	1952.	15—30	Mech. anal.	16,8	8,6	11,9	14,6	13,6	31,0	3,9
	<i>M</i>	1952.	15—30	Mikroag. a.	1,4	0,5	2,1	8,5	9,6	41,6	36,4

*E*: eredeti talaj. *M*: meszezett. *T*: terített. *M+G*: mész+gipsz. *G*: gipszezett.

6. táblázat

A mikroaggregátum analízisek után végzett nedves szítalások eredményei

(1) A talajminta száma	(2) Kezelés	(3) Minta-vétel ideje	(4) Rétegmélység, cm	(6) A különböző méretű talajrészecskék (mm) mennyisége a teljesen száraz talaj %-ában					
				0,25—0,5	0,5—1,0	< 1 mm morzsák összege	1,0—3,0	3,0—5,0	1 mm < morzsák összege
<i>1/a. kísérlet</i>									
119. ....	E	1952.	0—15	15,6	12,0	27,6	4,0	2,0	6,0
120. ....	E	1952.	15—30	11,8	20,2	32,0	13,4	1,8	15,2
121. ....	E	1952.	30—50	7,0	19,6	26,6	17,4	2,6	20,0
122. ....	M	1950.	0—15	20,1	14,4	34,5	9,8	2,0	11,8
	M	1952.	0—15	11,7	15,8	27,5	9,5	6,5	16,0
	M	1950.	15—30	22,7	12,4	37,1	14,4	2,5	16,9
123. ....	M	1952.	15—30	7,6	16,0	23,6	26,5	12,0	38,5
	M	1950.	30—50	—	—	—	—	—	—
124. ....	M	1952.	30—50	7,0	19,6	26,6	17,4	2,6	20,0
116. ....	T	1950.	0—15	17,0	9,9	26,9	9,0	3,0	12,0
	T	1952.	0—15	13,0	10,1	23,1	12,1	6,2	18,3
	T	1950.	15—30	8,3	6,0	14,3	8,1	1,9	10,0
117. ....	T	1952.	15—30	12,9	9,5	22,4	12,1	1,9	23,0
	T	1950.	30—50	—	—	—	—	—	—
118. ....	T	1952.	30—50	16,7	13,8	34,5	10,0	—	10,0

4. sz. kísérlet

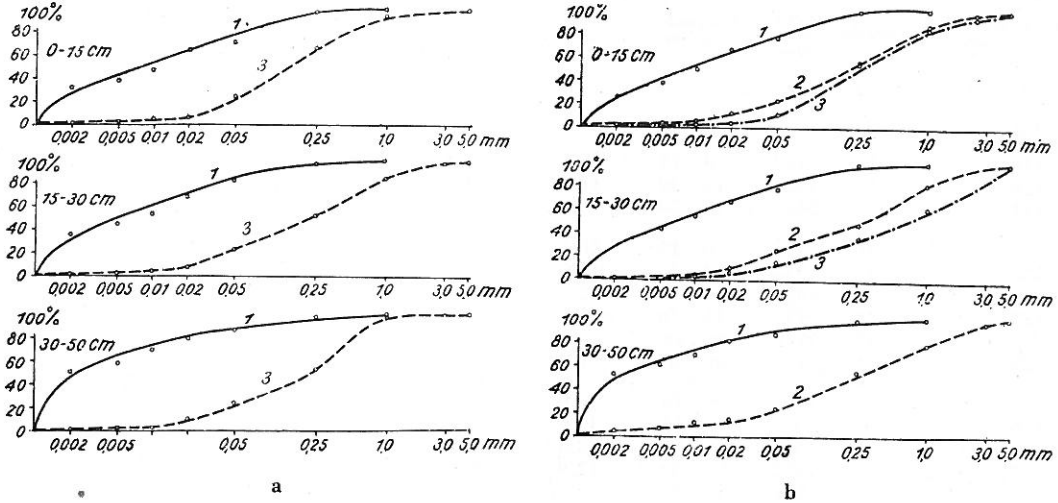
143. ....	E	1952.	0—15	3,3	15,4	18,7	0,8	—	0,8
137. ....	G+M	1952.	0—15	10,1	12,2	22,3	10,2	—	10,2
138. ....	G+M	1952.	15—30	17,5	10,4	27,9	7,1	—	7,1
139. ....	G	1952.	0—15	18,9	7,8	26,7	8,7	—	8,7
140. ....	G	1952.	15—30	25,5	18,6	44,1	3,3	—	3,3
141. ....	M	1952.	0—15	12,8	11,6	24,4	0,4	—	0,4
142. ....	M	1952.	15—30	11,6	23,2	34,8	1,6	—	1,6

Az 1/a kísérlet anyagában az 1950-ből származó mintákból a mechanikai elemzést is elvégeztük, azonban az eredményt sem a táblázatban, sem a megfelelő ábrákon nem tüntettük fel, miután az a kísérleti hibákon belül megegyezik az 1952-ből származó talajminta elemzési eredményével. Ebben a kísérletben a javítatlan parcella mechanikai összetétele csupán kis mértékben különbözik a javított parcellák talajának (és azok megfelelő rétegeinek) mechanikai összetételétől. Így az összehasonlító értékelés nehézséget nem okoz.

Mind a meszezett, mind a terített parcella 0—15 és 15—30 cm-es rétegében kimutatható a fokozatos aggregálódás az évek során: a közepes (0,005—0,01 mm) és durva (0,01—0,02 és 0,02—0,05 mm) por- (iszap-) frakciók mennyisége csökken azonos mennyiségű finom por- (0,002—0,005 mm) és kolloidfrakció (0,002 mm-nél kisebb) mellett. A 30—50 cm-es rétegben a terített parcellában van némi aggregálódás, a meszezettben viszont ez nem kimutatható.

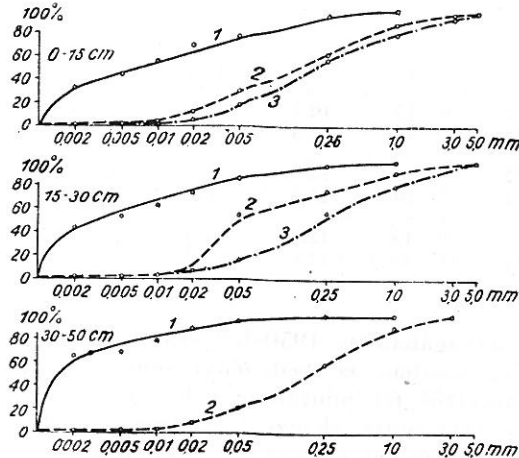
A 4. sz. kísérletben amellet, hogy a talaj mechanikai összetételében a 0-parcellától a meszezett felé haladva fokozatosan csökken az agyagfrakció mennyisége, a gipszezett parcella 15—30 cm-es rétege összetétel szempontjából

elüt a többitől; benne a finom por mennyisége kiugróan magas érték a finom homok (0,05—0,25 mm) rovására. Ezzel a kísérlettel kapcsolatban nem állt módunkban az aggregálódás időbeli változását mérésekkel követni, miután csupán



a

b



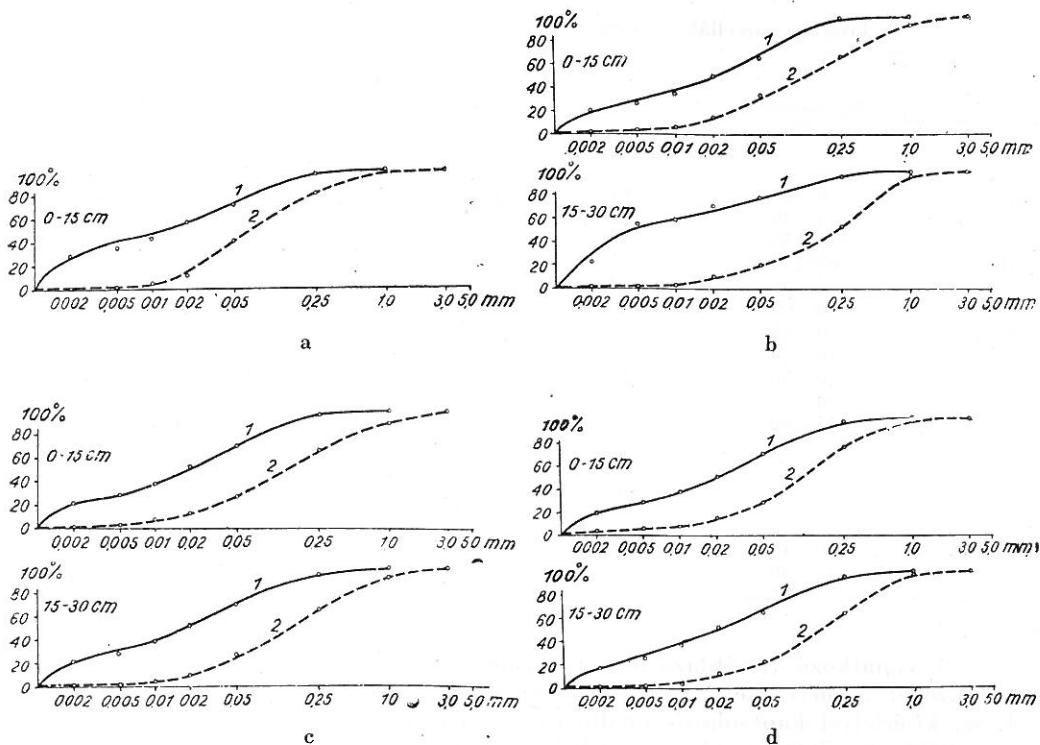
c

5. ábra

Az 1a. kísérlet talajának szemcse- és aggregátumösszetétele. a: eredeti állapotú. b: meszezett. c: sárgafölddel terített parcella talajának különböző rétegeiben. 1: mechanikai összetétel. 2: 1950 évi aggregátum összetétel. 3: 1952.évi aggregátum összetétel görbéje.

1952. évi minták álltak rendelkezésünkre. A feltalajban kisebb mértékű javulás itt is megállapítható, bár a görbék egy kévében futnak és a kombinált (mész + gipsz) eljárással javított parcella nem mutat kiemelkedő eredményt, mint ahogyan az az adszorpció, valamint a vízáteresztési mérések eredményei alapján várható lenne. Az altalajok szerkezeti állapota a feltalajokéval nagyjából megegyezik.

A mikroaggregátum-analízis után végzett nedves szitálás eredményei azt mutatják, hogy az 1/a kísérletben az 1 mm-nél nagyobb morzsák mennyisége a talajjavítás hatására minden vizsgált talajrétegben idővel emelkedik. Az 1 mm-nél kisebb morzsák mennyisége ezzel szerves összefüggésben viszont csökken, kivéve a terített parcella 15—30 és 30—50 cm-es rétegét. Ez a jelenség, minden valószínűség szerint, a módszer már korábban tárgyalt fogyatékoságának tudható be.



6. ábra

A 4. sz. kísérlet talajának szemese- és aggregátum összetétele: a: az eredeti állapotú talaj. b: a mész + gipsz javított. c: gipszezett. d: meszezett parcella talajának különböző rétege. 1: mechanikai összetétel, 2: 1952-évi aggregátum összetétel görbéje.

A 4. sz. kísérletben az 1 mm-nél nagyobb vízálló morzsák mennyisége jelentősen alacsonyabb mint az 1/a kísérletben. Mennyiségük azonban minden esetben jóval felülmúlja a 0-parcellában talált mennyiséget, kivéve a meszezett parcellát. A feltalajban a kombinált eljárással javított parcellában találjuk a legtöbb (10,2%) vízálló morzsát, ami teljesen összhangban áll más mérések eredményeivel. A nedves szitálás általában ebben a kísérletben sokkal reálisabb eredményeket adott, mint az 1/a jelzésűben. Ez valószínűleg e talaj kevésbé kötött voltaival áll összefüggésben.

A Fagyejev-Viljamsz-féle, vízáteresztésen alapuló, mérés eredményei többé-kevésbé eltérnek a nedves szitálással nyert eredményektől. A nedves szitálás általában feltűnően nagy mennyiségű 1 mm-nél kisebb morzsát különített el. Ha az összeizapolódás jelenségével kapcsolatban a nedves szitálással ú. n. »vízállónak«

minősített morzsákból bizonyos mennyiséget le is kell számítani, az a tény, hogy a makroszerkezet nagy mértékben labilis, ezekből az elemzésekből mindenképpen világosan kitűnik. Kitűnik az is, hogy ez a labilitás főként az 1 mm-nél nagyobb dimenziókra jellemző. Ez teljes mértékben megfelel a bevezetőben elmondottaknak és a több esetben ellentmondó vízáteresztési eredmények csupán megerősítik az állítást.

7. táblázat

A kísérleti parcellák Fagyjev—Viljamsz eljárásával mért vízáteresztése ( $i_k$ )

(1) A kísérlet jele	(2) Rétegmélység cm	(3) »ik«-érték a különböző módon kezelt talajoknál			
		(4) Eredeti	(5) Meszezett	(4) Eredeti	(6) Terített
1a .....	0—15	2,61	7,78		2,20
	15—30	3,69	7,27		2,86
	30—50	0,30	0,20		4,05
1b .....	0—15	0,15	5,15	0,20	1,23
	15—30	0,22	2,70	0,20	3,75
	30—50	0,05	0,10	0,07	0,18
8. sz. ....	0—10	0,23	1,49		0,55
	10—20	0,15	0,77		1,94
	20—30	0,20	0,85		0,45
	30—45	0,22	0,20		0,19
	45—60	0,12	0,22		0,17
		(4) Eredeti	(7) Mész + gipsz	(8) Gipszezett	(5) Meszezett
4. sz. ....	0—15	0,85	0,59	3,31	1,98
	15—30	1,25	20,0	1,02	1,14

A vonatkozó 7. táblázatban a közepes vízáteresztés ( $i_k$ ) értékeit tüntettük fel. Ezeket a méréseket az egész mintaanyagon elvégeztük; először az 1/a és 4. sz. kísérlettel kapcsolatos eredményeket ismertetjük. Az 1/a kísérlet terített parcellájának vízáteresztése a szelvény mélységével párhuzamosan növekszik; az 0-parcellához viszonyítva azonban csupán a 30—50 cm-es rétegben mutat jelentős mértékű javulást. Ez, bár alátámasztja a javítási mód mélység irányú hatását, de ellenkezik azzal, hogy a felsőbb rétegekben a javulás mértéke nagyobb, mint az alsóban. A meszezett parcellára vonatkozó vízáteresztés értékek viszont híven tükrözik vissza az adszorpciós mérések eredményét: a javulás mértéke a felső talajrétegekben jelentős, a 30—50 cm-es rétegben javulás nem észlelhető.

A 4. sz. kísérletben a mész + gipszezett parcella áteresztése a feltalajban nem jobb, az altalajban viszont hatalmas kiugrással sokkal jobb az eredeti állapotú parcelláénál. A feltalajra vonatkozó adat bizonytalan mérés eredménye. A meszezett és a gipszezett parcellákon a feltalajban a vízáteresztés a más irányú mérésekkel egyértelműen javult, az altalajban változás nincsen.

Az 1/b kísérletben mind a meszezéssel, mind a terítéssel javított parcellák 0—15 és 15—30 cm-es rétegében jelentősen javult a vízáteresztés mértéke. A 30—50 cm-es rétegben javulás nem észlelhető. A vízáteresztés mérések eredménye alapján tehát ebben a kísérletben a kétféle talajjavítási eljárás mélységi hatása azonos. Ennek oka az, hogy a méréseket az 1952. évi mintákat végeztük és ezeknél már az adszorpciós vizsgálatok is közel azonos állapotot jeleznek.

A 8. sz. táblában mind a meszezéssel, mind pedig a terítéssel javított részen a javulás ténye a 0—10, 10—20, valamint 20—30 cm-es rétegben kétségtelen, azonban — a vízáteresztés, mérések alapján — ez a javulás nem terjed ki a 30—45 és 45—60 cm-es rétegre. Ez az adszorpciós vizsgálatok eredményével ellenkezésben áll.

Amint látjuk a vízáteresztésen alapuló szerkezetvizsgálat adatai nagyrészt megegyeznek, kisebbrészt látszólag ellentmondanak más, főként az adszorpciós vizsgálatok adatainak. Ennek magyarázata a kémiai úton javított talajok makroszerkezetének, főleg a javítás utáni első esztendőben megnyilvánuló nagymértékű labilitása. Utóbbi olyan helyi, és sokszor egész szeszélyesen létrejövő eltömődések hoz létre a talajoszlopban, hogy a párhuzamos mérések eredményei is nagy mértékben különbözhetnek egymástól. A vízáteresztés mértéke ott halad általában párhuzamosan az adszorpciós mérések eredményeivel, ahol a biológiai faktor is már működésbe lépett a szerkezet kialakítása terén. A mi kísérleti anyagunkban ez ott észlelhető, ahol a javított talaj szervesanyag tartalma is emelkedett már a talajjavítás következtében. Jó példa erre az 1/a kísérlet 0- és meszezett parcellájának rétegenkénti szervesanyag tartalma. A meszezett parcella 0—15 és 15—30 cm-es rétegében az összhumusz mennyisége magasabb mint a 0-parcella megfelelő rétegeiben, a 30—50 cm-es rétegben pedig gyakorlatilag azonos (1,80, illetve 1,86%) mindkét parcellában. A vízáteresztés mértéke itt teljes mértékben megfelel az adszorpciós vizsgálatok eredményének. Másik jó példa a 4. sz. kísérlet kombinált módon (mész + gipsz) javított parcellájának szembeállítás a megfelelő 0-parcellával. Előbbinek humusztartalma a 0—15 cm-es rétegben 2,29, a 15—30 cm-es rétegben pedig 2,27%. A 0-parcella megfelelő adatai 2,25, illetve 1,29%. A vízáteresztés ennek megfelelőleg a feltalajban nem mutat gyakorlatilag különbséget, annak ellenére, hogy a javulás szemmelláthatóan és az adszorpciós vizsgálatok alapján is jelentős. A javulás mértékét ellenben a valóságnak megfelelően és az adszorpciós vizsgálatok eredményével egybehangzóan tükrözi vissza a vízáteresztésmérés a 15—30 cm-es rétegben, amelynek a humusztartalma is kifejezetten emelkedett a talajjavítás hatására. A Fagyejev-Viljamsz-féle szerkezetvizsgálati eljárás tehát hasznosan egészíti ki a többoldalú méréseket és egyes esetekben éppen az egymásnak látszólag ellentmondó adatok engednek mélyebb betekintést a vizsgált talajok szerkezeti állapotába.

8. táblázat  
A vizsgált kísérleti parcellák terméseredményei\*)

(1) A kísérlet jelle	(2) Termesztett növény	(3) A termés a különböző években	(4) Kísérleti parcellán termett kg			
			Ø	M	Ø	Sárgafölddel terített
1a.	búza	1949. szemtermés	58,0	67,0	51,0	69,0
1b.	búza	1951. szemtermés	46,0	134,3	33,5	124,5
			Ø	M+G	G	M
			q/kat. hold			
4. sz.	takarmány cukorrépa	1951. gyökértermés	62,4	194,8	110,0	123,0

\*) Az adatok több sorozatban beállított kísérletek átlagértékei. Utóbbiakat Prettenhoffer I. szívességéből közölhetjük.

Összegezve kutatásaink részeredményeit, megállapítható, hogy a vizsgált kísérletek mindegyikében — bár különböző mértékben — de a talaj szerkezeti állapotában kétségtelen javulás állott be talajjavítás hatására. Miután pedig a talaj javulásának legalapvetőbb bizonyítéka a termés nagysága, a 8. táblázatban néhány erre vonatkozó számadatot közlünk. Elmondhatjuk tehát azt is, hogy mérési eredményeink összhangban állanak a terméseredményekkel.

### Összefoglalás

Mészszegény és átmeneti szikes talaj szerkezeti állapotában talajjavítás hatására beállott változásokat különféle szempontból vizsgáltuk. A következőket állapítottuk meg:

1. A talaj javulását, az alkalmazott javítás módjától függetlenül, minden esetben kimutattuk. A javulás jellege talajféleség szerint különbséget nem mutatott.

2. Különbség észlelhető azonban a javítás módjától függően. Meszezés hatására erőteljesebb kezdeti javulás észlelhető, mint sárgafölddel terítés esetén. Mélységi irányban azonban a javulás kezdetben nagyobb mérvű a sárgafölddel terítésnél. Később ez a különbség elmosódik.

3. A vizsgált kísérletek nagyobb részénél a 15—30 cm-es rétegben, a javítás utáni 4. és 5. évben egy új n. minimum-zóna alakul ki, vagyis a javulás mértéke itt a legkisebb a vizsgált szelvénymélységben (50—60 cm). Ennek a jelenségnek többféle magyarázata lehet, de mindenesetre figyelmet érdemel a javított szikeseken alkalmazandó agrotechnika megválasztásakor.

4. Miután a javulás üteme, főként kezdetben, nem csupán az adszorbeált Ca és Na, hanem az előbbieket és a Mg egymással való kölcsönös vetélkedése eredményének a függvénye, a talajjavításhoz használt sárgaföld minőségének megítélésénél annak Mg-tartalmát is erősen számításba kell venni.

5. Átmeneti szikesen, ahol a meszes talajjavítás bizonytalan, a gipsz egymagában való alkalmazásánál jobb eredményt ad a Prettenhoffer-féle kombinált (mész + gipsz) eljárás.

6. A talajjavítás következtében először a 0,25 mm-nél kisebb dimenziókban indul meg az aggregálódás folyamata. Ezt követi nyomon a makroszerkezet kialakulása karöltve a talajélet megélénkülésével.

A makroszerkezetet kezdetben nagyfokú labilitás jellemzi; ennek mértéke azonban a talaj kötöttségi, porozitás, vízáteresztés viszonyaitól, vagyis attól függően, hogy talajbaktériumok milyen viszonyok közt fejtik ki életműködésüket, más és más.

Érkezett: 1953. november 9.

### Irodalom

1. Ballenegger, R.: Talajvizsgáló Műszerekönyv, Budapest, 1953.
2. Mados, L.: Mezőgazd. Kutatások. 15. 117. 1942.
3. Mehlich, A.: Soil Sci 66. 429. 1948.
4. Prettenhoffer, I.: Agrokémia, 27. 1950.
5. Prettenhoffer, I.: Agrokémia és Talajtan, 2. 27. 1953



СТРУКТУРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСОЛОНЧАКОВАННЫХ СОЛОНЦОВ И СОЛОНЦОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕЛИОРАЦИИ

Б. Патаки и А. Қлимеш-Смик

Отдел Почвоведения Агрехимического Научно-Исследовательского Института, Будапешт

В ы в о д ы

Исследовались разнообразными измерениями изменения под влиянием мелиорации структурального состояния почв, осолончакованных солонцов и солонцов. Большинство отбора образцов авторы делали в 5. году. после мелиорации, но в меньшей степени тоже в 3. году., чтобы ориентироваться о промежуточных фазах процесса улучшения. Материал почвенных проб отбирался из четырех мелиоративных опытов. Задача опытов 1а. и 1б. была испытывать разные дозы применяемых мелиоративных веществ на 160-кдафторных делянках. Взятие проб в этом случае совершалось из этих делянок в верхнем слое которых (0—12 см) внесено 300 ц известкового ила на кадастровый хольд или же 3000 м<sup>3</sup> желтой земли покрывались. Почва 4. опыта осолончакованной солонец (в пахотном слое слабо щелочная, в подпочве солевого подтипа). В пахотный слой 80 кдафторных делянок (0—12 см) внесены однородно различные мелиоративные вещества, известь и гипс совместно (комбинированный способ) применены в 200, и 60 ц кадастровый хольд; только гипс (100 ц/кадастровый хольд), и известь (в количестве 200 ц, кадастровый хольд). 4. опыт на осолончакованном солонце производственного размера (делянка № 8.). Образцы брались и в этом случае кроме контрольного участка из известкованного и покрытого желтой землей участка. Дозы применяемых мелиоративных веществ соответствуют показанным в опытах 1а. и 1б. Мерило улучшения почвы — кроме общих проведенных данных — характеризуется изменениями наступающими в адсорпционном комплексе и водном экстракте почвы. Пробы опытов 1а. и 4. исследовались более детально тоже с точки зрения структуры почвы. Определились и механический и агрегатный состав.

Результаты измерений могут подытоживаться в следующем:

1. Все исследованные мелиоративные приемы были успешны. Характер улучшения по отдельным почвенным разностям не отличался.

2. Однако имеется разница между влиянием различных мелиоративных методов. Под влиянием известкования наблюдаемо более усиленное начальное улучшение, чем в случае покрывания желтой землей. Но в начале улучшения после покрывания в глубинное направление больше. Позже эта разница стирается.

3. Так как темп улучшения главным образом в начале является функцией не только адсорбированного Са и Na, но и функцией результата взаимной конкуренции этих двух элементов и магния, при обсуждении качества примененной для мелиорации желтой земли (подпочва) необходимо иметь в виду и содержание в ней магния.

4. В большинстве исследованных случаев в слое 15—30 см в 4—5. г. после мелиорации формируется так называемая зона минимума, т. е. уровень улучшения наименьший в исследовавшем профиле 60 см. Объяснения этого явления могут быть различные, но во всех обстоятельствах этот факт необходимо учесть при выборе агротехники, применяемой на улучшенных засоленных почвах.

5. На осолончакованных солонцах где мелиорация с известкованием являясь неопределенной, комбинированный (известь-гипс) метод Преттенгоффера дает более надежные результаты, чем применение самого гипса.

6. Вследствие мелиорации процесс агрегации начинается в размерах меньше, чем 0,25 мм. За этим следует формирование макроструктуры вместе с оживлением почвенной жизни. Макроструктура в начале характеризуется высокой неустойчивостью. Масштаб этой неустойчивости однако находится в зависимости от связанности, порозности, водопроницаемости почвы и от условий жизнедеятельности почвенных бактерий.

7. Результаты измерений и сделанные из них заключения подтверждаются в полной мере данными урожая.

Т а б л. 1. Места отбора почвенных образцов (1) Знак опыта. (2) Номер серии опытов, (3) Величина опытных делянок в □-кдафторах, (4) Способ мелиорации. (5) Количество мелиоративного материала в ц/0,575 га и м<sup>3</sup>/0,575 га, (6) Срок закладки опыта. (7) срок отбора почвенных образцов.

Т а б л. 2. Характерные данные делянок мелиорационных опытов (срок отбора проб 1953). (1) Номер почвенной пробы, (2) применяемая обработка (мелиорация), (3) глубина почвенного слоя см, (4) величина рН измеренная в воде и растворе KCl, (5) содержание извести в %, (6) содержание влаги воздушносухой почвы, %, (7) число связанности Арань, (8) общее количество солей, (9) величина 5-часового капиллярного поднятия воды в мм, (10) процентное количество гумуса определенное по Тюрину. Е: почва без мелиорации М: известкованная I: покрытая, М + G: известь + гипс, G: гипсованная.

Табл. 3. Состав водного экстракта почвенных образцов. (1)—(3) см. Табл. 2., (4) катионный состав водного экстракта, (5) анионный состав водного экстракта в мг — эквивалентах (на 100 г почвы).

Табл. 4. Величина и состав адсорбирующего комплекса необработанных (оригинального состава) опытных делянок. (1)—(3) см. Табл. 2., (4) обозначение опыта, (5) величина — S (сумма адсорбированных катионов металлов), (6) количество адсорбированных катионов в мг — эквивалентах на 100 г почвы и в процентах величина — S.

Табл. 5. Механический и микроагрегатный анализ делянок оригинального состояния и улучшенных делянок. (1)—(2) см. Табл. 2., (3) срок отбора образцов, (4) глубина почвенного слоя см, (5) качество анализа, (6) количество почвенных частиц разного размера (мн) в процентах от сухой почвы.

Табл. 6. Результаты мокрых просеиваний проделанных после микроагрегатного анализа (1)—(3) см. Табл. 5.

Табл. 7. Водопроницаемость опытных делянок измеренная методом Фадеева—Вильямса ( $i_k$ ). (1)—(2) см. Табл. 2., (3) величина —  $i_k$  в случае различным образом обработанных делянок, (4) делянка оригинального состояния, (5) известкованная делянка, (6) делянка накрытая желтой землей, (7) делянка обработанная известью и гипсом, (8) гипсованная делянка.

Табл. 8. Данные урожая исследованных опытных делянок. (1) знак опыта, (2) выращенное растение (пшеница и кормовая свекла), (3) урожай в разных годах (урожай зерна и корня), (4) урожай (в кг на различным образом обработанных и контрольных делянках). Сокращения см. Табл. 2.

Рис. 1. Изменение состава адсорбирующего комплекса под влиянием мелiorации на известкованных (I.) и накрытых желтой землей (II.) делянках опыта I а.

Рис. 2. То же в случае опыта Ib.

Рис. 3. То же в опыте 4. на известкованной — гипсованной (III) гипсованной (IV.) и известкованной (I) делянке.

Рис. 4. То же на известкованной (I) и накрытой (II) делянке участка 8.

Рис. 5. Механический и агрегатный состав почвы опыта № 1 а. 0—15, 15—30 30—50 см-ный слой почвы оригинального состояния (а), известкованной (б) и накрытой желтой землей (с) делянок. 1: кривая механического состава 2: кривая агрегатного состава 1950 года 3: кривая агрегатного состава 1952 года.

Рис. 6. Механический и агрегатный состава почвы опыта № 4. а: 0—15 см-ный слой почвы оригинального состояния; в: 0—15 и 15—30 см-ные слой почвы известкованной гипсованной (б), гипсованной (с) и известкованной (д) делянки. Обозначение кривых 1: кривая механического состава, 2: кривая агрегатного состава 1952.

## Changements de structure des sols alcalins pauvres en carbonate de calcium sous l'influence de l'amélioration

B. PATAKI et A. KLIMES-SZMIK

Sections Pedologique de l'Institut des Recherches Agronomique á Budapest

### Résumé

Les auteurs ont étudié les changements survenus dans l'état structural des sols pauvres en carbonate de calcium sous l'influence de l'amélioration. Les échantillons ont été prélevés pour la plupart dans la 5-e année de l'amélioration, en petite partie aussi dans la 3-e année, pour obtenir des renseignements aussi sur la phase intermédiaire du processus de l'amélioration. Les échantillons examinés proviennent de quatre expériences d'amélioration. Le but des expériences Ia et Ib a été d'étudier l'effet de diverses quantités des matériaux servant pour l'amélioration des sols alcalins pauvres en carbonate de calcium sur des parcelles de 160 toises carrées. Ici les échantillons ont été prélevés des parcelles dont la couche superficielle (0 à 12 cm) a été mélangée avec 300 qx d'écumes de défécation ou avec 300 m<sup>3</sup> de terre jaune (sous-sol). Le sol de l'expérience No 4. est un sol alcalin de caractère transitoire, la couche supérieure est faiblement alcaline, le sous-sol renferme des sels solubles. Ici l'on a employé plusieurs sortes d'amendements, mélangées à la couche supérieure (0—12 cm) des parcelles de 80 toises carrées: calcaire et plâtre employés ensemble (procédé combiné, 200 et 60 qx respectivement sur un arpent, du plâtre seul (100 qx par arpent), enfin des écumes de défécation (200 qx par arpent). Les échantillons ont été prélevés sur la parcelle de contrôle et sur les parcelles ayant reçu du carbonate de calcium ou de la terre jaune.

Les auteurs ont employé pour caractériser le degré de l'amélioration en outre des données de l'examen général, les changements survenus dans le complexe absorbant et l'extrait aqueux

du sol. Ils ont aussi examiné au détail les échantillons des essais No 1 a et 4 au point de vue de la structure. Ils ont aussi fait l'analyse mécanique et de la distribution des agrégats du sol.

Les résultats de ces recherches peuvent être résumés comme suit :

1. Tous les procédés employés ont été efficaces. Il n'y avait pas de différence dans le caractère de l'amélioration selon les espèces de sol.

2. Par contre il y avait des différences entre l'effet des différents procédés. Par le carbonate de calcium l'on obtient une amélioration initiale plus énergique que par l'épandage de la terre jaune. Mais vers la profondeur l'amélioration est plus prononcée avec l'emploi de la terre jaune. Plus tard ces différences s'effacent.

3. Comme la cadence de l'amélioration, surtout au commencement, ne dépend pas seulement des ions calcium et sodium adsorbés mais aussi de la concurrence de ces ions et des ions  $Mg^{+}$  il faut prendre en considération la teneur en  $Mg$  de la terre jaune pour en estimer la qualité.

4. Dans la plupart des essais il se forme dans la couche de 15 à 30 cm une zone de minimum dans la 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> année de l'amendement, c'est-à-dire ici l'amélioration est la plus faible dans le profil examiné (60 cm).

Ce phénomène peut avoir plusieurs explications ; il mérite d'être pris en considération lors du choix du procédé agrotechnique à employer sur les terres alcalines améliorées.

5. Sur les sols alcalins de transition où l'amélioration par le carbonate de calcium employé seul est incertaine le procédé combiné de *Prettenhoffer* (carbonate de calcium et plâtre) donne de meilleurs résultats que le plâtre employé seul.

6. Par suite de l'amélioration du sol le processus de la formation des agrégats commence d'abord dans les dimensions inférieures à 0,25 mm. Il est suivi immédiatement par le développement de la macrostructure et la recrudescence de l'activité des organismes.

La macrostructure est caractérisée d'abord par une grande labilité ; son degré est différent selon la texture, la porosité, la perméabilité du sol et les conditions dans lesquelles les microbes du sol accomplissent leur processus vital.

7. Les résultats des mesurages et les conclusions que les auteurs en ont tirés ont été entièrement confirmés par les récoltes.

*Tableau 1.* Description des endroits du prélèvement des échantillons. (1) Signe de l'expérience. (2) Numéro de série de l'expérience. (3) Grandeur des parcelles en toises carrées. (4) Le mode de l'amendement. (5) Quantité du matériau d'amendement qx par 0,575 ha. (6) Date du commencement de l'expérience (7) Date du prélèvement de l'échantillon.

*Tableau 2.* Données servant à caractériser les parcelles de l'expérience d'amélioration (échantillons prélevés en 1953). (1) Numéro de l'échantillon. (2) Le mode de l'amendement. (3) Profondeur de l'échantillon en cm. (4) pH en eau et en  $n$  KCl. (5) Teneur en carbonate de calcium, %. (6) Humidité de l'échantillon séché à l'air. (7) Chiffre de consistance selon Arany. (8) Sel total, %. (9) Ascension de l'eau en 5 heures. (10) Teneur en humus dosé selon Tyurin., E = sol non traité, M = sol amendé avec du carbonate de calcium, T = sol amendé avec de la terre jaune, M + G = carbonate de calcium + plâtre, G = plâtre.

*Tableau 3.* Composition de l'extrait aqueux du sol. 1 à 3 voir tableau 2. (4) Les cations de l'extrait aqueux. (5) Les cations de l'extrait aqueux, milliéqu. p. cent g de terre.

*Tableau 4.* Grandeur et composition du complexe adsorbant du sol des parcelles non traitées. 1 à 3 voir tableau 2. (4) Signe de l'expérience. (5) S = la somme des cations adsorbés. (6) Cations adsorbés, milliéqu. p. 100 g de terre et pour cent de S.

*Tableau 5.* Analyse mécanique et distribution des agrégats des sols des parcelles non traitées et amendées. 1 et 2 voir tableau 2. (3) Date du prélèvement de l'échantillon. (4) Profondeur de l'échantillon, cm. (5) Méthode employée. (6) Quantité des divers agrégats (mm) en pour cent du sol desséché.

*Tableau 6.* Résultats des tamisages humides faites après l'analyse des agrégats. Explication voir tableau 5.

*Tableau 7.* Perméabilité à l'eau (ik) des parcelles expérimentales mesurée par le procédé Fadcjev—Viljams. 1—2 voir tableau 2. (3) ik des parcelles ayant reçu des traitements différents. (4) Parcelle chaulée. (5) Parcelle convertie de terre jaune. (7) Chaulé et plâtré. (8) Plâtré.

*Tableau 8.* Récoltes des parcelles examinées. (1) Signe de l'expérience. (2) Plante cultivée (blé et betterave fourragère). (3) Récolte, selon les années (grain et racine). (4) Récolte (kg) des parcelles a traitement différent. Pour les abréviations voir tableau 2.

*Fig. 1.* Changement de la composition du complexe adsorbant survenu en suite de l'amendement sur la parcelle chaulée (I) et la parcelle à terre jaune (II) de l'expérience 1 a, en 1952.

*Fig. 2.* Le même dans l'expérience 1 b. La date de la prise des échantillons : I et III en 1950 ; II et IV en 1952.

*Fig. 3.* Le même dans l'expérience No 4. parcelle chaulée et plâtrée (II) et parcelle chaulée (I). en 1952.

*Fig. 4.* Le même sur la parcelle chaulée (I—II) et la parcelle traitée avec de la terre jaune (III) du champs No 8. La date de la prise des échantillons : I en 1950 ; II et III en 1952.

Fig. 5. Répartition des grains et des agrégats du sol, de l'expérience No 1a; a = sol à l'état original, b = sol chaulé, c = sol traité avec de la terre jaune. Couches de 0—15, 15—30 et 30—50 cm. 1: Composition mécanique, 2: Composition des agrégats en 1950. 3: Composition des agrégats en 1952.

Fig. 6. Répartition des grains et des agrégats du sol de l'expérience No 4. a = sol original, couche de 0 à 15 cm, les couches de 0 à 15 cm et de 15 à 30 cm de la parcelle chaulée et plâtrée (b), plâtrée (c), et chaulée (d). 1: Composition mécanique. 2: Composition des agrégats en 1952.

## I cambiamenti della struttura nei terreni alcalini poveri di calcare sotto l'influenza della meliorazione

B. PATAKI e A. KLIMES-SZMIK

Istituto di Ricerche Agrochimiche, Sezione Pedologica, Budapest

### Riassunto

Sono stati esaminati per mezzo di varie ricerche i cambiamenti avvenuti nella struttura per l'effetto della meliorazione dei terreni alcalini poveri di calcare e di quelli di carattere transitorio. Allo scopo di essere bene informati sulle fasi intermedie del processo di risanamento, la maggiore parte dei campioni è stata prelevata nel quinto anno dopo la meliorazione e solo in parte minore in quello terzo e tutti provengono da quattro diverse esperienze di risanamento in campagna. L'oggetto delle esperienze indicate coi numeri 1/a e 1/b è stato formato dallo studio delle diverse dosi di correttivi su parcelle della grandezza corrispondente a 575,5 m<sup>2</sup> di terreni alcalini poveri di calcare e di quelli di carattere transitorio. I campioni sono stati prelevati in parte da parcelle nel cui strato superficiale (0—12 cm) sono stati rimescolati 30,0 q di carbonato di calcio di defecazione e in parte da quelle sulla cui superficie sono stati sparsi 30,0 m<sup>2</sup> di terra gialla del sottosuolo. Il terreno che si è servito per l'esperienza № 4, è un terreno alcalino di carattere transitorio, cioè debolmente alcalino nella superficie e salso nel sottosuolo. Sono stati impiegati con un procedimento combinato del calcare e gesso assieme (rispettivamente 200 e 60 q-li per 0,575 ha), del gesso da solo (100 q per 0,575 ha) e infine del carbonato di calcio di defecazione (200 q per 0,575 ha). La base della quarta esperienza, l'appezzamento № 8., è un terreno alcalino di carattere transitorio, della grandezza adatta per le opere di risanamento. Le quantità di correttivi impiegati sono state le medesime di quelle delle esperienze № 1/a e № 1/b.

I risultati delle ricerche di sopra possono essere riassunti come segue.

1. Ognuno dei metodi adoperati per la meliorazione si risultò efficace. Non si rivelarono delle differenze tra le caratteristiche del risanamento secondo del tipo del terreno.

2. Si potevano però osservare delle differenze tra gli effetti dei singoli procedimenti. In principio per l'azione della calcitazione questo risanamento è di maggiore entità che non è nel caso dell'impiego della terra gialla. Negli strati più bassi però, questo miglioramento iniziale si dimostra più favorevole per l'uso della terra gialla. Coll'andare del tempo queste differenze si eliminano.

3. Dato che l'intensità del processo di risanamento, specialmente all'inizio, è una funzione non dell'esito di gareggiare tra loro degli ioni Ca e Na scambiabili soltanto, ma di questi e del Mg, nel giudicare la qualità della terra gialla da impiegare per i lavori di risanamento, si deve tenere gran conto del tenore di essa in magnesio.

4. Nella maggiore parte delle prove sottoposte all'esame, si è trovato che nello strato di 15—30 cm, nell'anno quarto e quinto dopo la meliorazione, si è formata una zona di minimo del complesso assorbente, cioè in tutto il profilo fino al 60 cm sottoposto all'esperienza, il risanamento in questo stato rappresenta un minimo. Lasciando in disparte le diverse ipotesi che sulle cause di questo fenomeno si potrebbero escogitare, ad ogni modo è da tenere in considerazione, specialmente in riguardo la scelta dell'agrotecnica più propizia delle terre alcaline.

5. Nelle terre alcaline di carattere transitorio, dove l'effetto della calcitazione diventa incerto, invece dell'uso solo del solfato di calcio, si è ottenuto un migliore risultato col metodo combinato (CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub>) di Prettenhoffer.

6. Il processo dell'aggregazione, per conseguenza del risanamento, si inizia prima nelle dimensioni delle particelle del diametro di 0,25 mm. Poi segue lo sviluppo della macrostruttura legata all'attività degli organismi del suolo.

In principio la macrostruttura si è caratterizzata da una grande labilità: il grado poi secondo lo stato di compattezza, la porosità e la impermeabilità del terreno e le circostanze in cui i microbi del suolo svolgono le loro funzioni biologiche.

7. I risultati di queste prove e le conseguenze da essi dedotte sono in completo accordo con quelli dell'aumento della produzione.