

## Néhány szudáni agyag- és magyarországi szikes talaj szerkezetének problémái

A. E. FADL

Földmérő Hivatal, Wad Medani (Szudán)

A jó talajszerkezetnek már régóta nagy fontosságot tulajdonítanak a talajművelés szempontjából, azt az optimális növényfejlődés előfeltételének tekintik. Vizsgálatainkban néhány szudáni vertisol és magyarországi szolonyec talaj szerkezetének problémáit tanulmányoztuk. Ezeket a talajokat általában kedvezőtlen fizikai sajátságok jellemzik, és eredményes művelésük szempontjából szerkezeti állapotuk javítása döntő fontosságú. A magyar szolonyec talajok kedvezőtlen fizikai tulajdonságainak és rossz vízgazdálkodásának oka általában nagy kicserélhető Na-tartalmuk [20, 21, 24]. Szudánban tömődött talajok találhatók. Ez valószínűleg összefügg a talajok anyagának lerakódásakor végbement folyamatokkal. Egyes szerzők olyan tömődött talajszelvényeket is említettek, amelyekben a kicserélhető nátrium százaléka (ESP) kisebb, mint a szikes talajokban. Sok más esetben azonban úgy vélik, hogy a nátrium és más tényezők különböző mértékben felelősek a talaj szerkezetének leromlásáért.

Munkánk során az adott talajok kémiai és fizikai sajátságainak tanulmányozásán kívül a szerkezeti indexszel kifejezett mikroaggregátum-stabilitásukat is vizsgáltuk a különböző talajsajátságokkal összefüggésben.

A talaj szerkezete a szabadban, természetes viszonyok között és a laboratóriumban tanulmányozható. Míg azonban a helyszíni megfigyelések és vizsgálatok nagy mértékben leíró és kvalitatív jellegűek, közvetlen és közvetett módszereket már hosszabb idő óta használnak a laboratóriumban. Ezek az eljárások az aggregátumok nagyságának, alakjának és a köztük lévő távolság megállapítását foglalják magukban [4, 13, 17, 19]. A közvetett módszerek lényege a szerkezettől függő talajsajátságok mérése. Ezek a talajsajátságok általában a következők: a víznyelés, vízáteresztés és a levegő-áteresztés mértéke, összporozítás, összenyomhatóság. Azonban ezeknek a módszereknek egyike sem ad megbízható eredményt [10, 12, 18]. Egy másik, széles körben elterjedt eljárás a talajmorzsák nedves szitálása. Ezt a módszert TYULIN [23] alkalmazta először, majd YODER [25] módosította. De ezek a módszerek sem adnak kielégítő eredményeket, és komoly hibákkal terheltek, gyakran ugyanazzal a talajmintával sem reprodukálhatók. Az utóbbi időben egyre inkább bizonyossá vált, hogy a talaj finom részecskéinek diszpergált állapota az aggregátumstabilitásnak jobban reprodukálható mértéke és a talajszerkezet megbízható jellemzője [10, 12, 18]. Azonban az ide vonatkozó szakirodalomban használt és a talaj szerkezetének tanulmányozására ajánlott szerkezeti index ugyanaz, mint VAGELER (cit. in [11])

„szerkezeti tényező”-je, vagy fordítva, KACSINSZKIJ-féle [11] „diszperzió-faktor”. Mindkettőt a mechanikai elemzés eredménye szerinti agyagfrakció és a diszpergálás nélküli szabad állapotú agyag mennyiségéből számítják. HARRIS [10] megállapította, hogy ezek a mutatók sokkal érzékenyebbek, mint a MIDDLETON [14] és BRYAN [2] által vizsgált és ajánlott diszperzitás mértéke. Míg HARRIS a talajok szerkezetének laboratóriumi meghatározására szolgáló különböző módszerek értékeléséről szóló tanulmányában ezekre a mutatókra „szerkezeti index” elnevezéssel utalt, addig MILAD [15] ezeket „szerkezeti tényező”-nek nevezte. Jelenleg mindkét paraméter jelentése azonos, és VAGELER képlete alapján számítják. Ebben a munkában HARRISTól a „szerkezeti index” elnevezést vettük át.

### Anyag és módszerek

Hat talajszelvényt vizsgáltunk; ezek közül négy szudáni, az Essuki öntözött területről, és kettő magyarországi, Dévaványa illetve Cegléd környékéről. A Szudánból származó talajszelvények részletes leírása egy korábbi közleményemben [9] található. A laboratóriumi vizsgálatokhoz ásott szelvénygödör falából vettük genetikai szintenként a talajmintákat.

A szerkezeti index kiszámításához a 2 mm-es szitán átszitált talaj szemcseösszetételét a nedves szitálással kombinált pipettás eljárással határoztuk meg. A talaj diszpergálására nátrium-hexametafoszfátot használtunk. Elvégeztük ezt az elemzést diszpergáló anyag hozzáadása nélkül is KACSINSZKIJ [11] módszerével, a vízben diszpergálható agyag mennyiségének meghatározására. A kapott eredmények alapján a talajok szerkezeti indexét (Sz. i.) VAGELER képletével számítottuk ki:

$$\text{Sz. i.} = \frac{b-a}{b} \cdot 100,$$

ahol  $b$  = az agyagfrakció %-a a szemcseösszetételből,  
 $a$  = a vízben diszpergálható agyag %-a.

A négy szudáni talajszelvény genetikai szintjeiből 150–200 g súlyú rögöket gyűjtöttünk, és azokat saran gyantával történt bevonás után hajóval szállítottuk Magyarországra, majd térfogattömegüket a laboratóriumban BRASHER et al. [1] módszerével határoztuk meg. A magyar talajokból természetes szerkezetű mintákat vettünk, és térfogattömegüket ( $d$ ) a talajoszlop térfogata és száraz súlya alapján számítottuk. A talaj sűrűségét ( $s$ ) piknométerben mértük [5]. Ezeknek a méréseknek alapján a talaj összporozitása:

$$P \text{ térf.-%} = \left(1 - \frac{d}{s}\right) \cdot 100.$$

A hidraulikus vezetőképességet felaprózott talajmintákkal határoztuk meg, a talajoszlopok felett a mérés folyamán konstans vízborítást alkalmazva. A vízzel telített talaj hidraulikus vezetőképességét ( $K$ ) az alábbi képlettel [6] számítottuk:

$$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H \cdot t},$$

ahol  $Q$  = a talajoszlopon  $t$  idő alatt átszivárgott víz,  $\text{cm}^3$ ;

$L$  = a talajoszlop magassága a mérés végén, cm;

$H$  = a konstans vízborítás vastagsága, cm;

$t$  = idő, órák.

A talajok kémiai vizsgálatát a DARAB és FERENCZ [3] által ismertett módszerekkel végeztük.

### Eredmények és értékelésük

A hat szelvényből vett 31 talajminta részletes vizsgálatának adatait az 1., 2. és 3. táblázat tartalmazza.

Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy a vizsgált talajok szerkezeti indexe nagyon tág határok között (0–95%) változik. Az is megállapítható, hogy a szudáni talajok a két magyarországi talajnál nagyobb mértékben aggregáltak. A ceglédi talaj felszíni 0–4 cm-es rétegének kivételével teljesen diszpergált állapotban van. A dévaványai talaj adatai valamivel jobbak,  $B_2$ -szintjének Sz. i.-értéke eléri az 51%-ot, a szelvény többi részében csak 1 és 13% között változik. A két magyar talaj felszíni rétegének magas Sz. i.-értéke valószínűleg a szerves anyag felhalmozódásával függ össze, ami megközelítően e két talajszelvény felszínére korlátozódik. Érdemes megemlíteni, hogy ugyanezeknek a talajmintáknak a hidraulikus vezetőképessége nagyon nagyra bizonyult. Ezeket az adatokat azonban kizártuk, amikor a különböző talajsajátságok közötti mennyiségi összefüggések értékelésére került sor. Ez azért indokolt, mert nagyon kis mértékben vagy egyáltalán nem befolyásolják a talajszelvény egészének sajátságait.

Az említett kivételektől eltekintve a vizsgált talajok hidraulikus vezetőképessége általában kicsi, azonban a szudániaké viszonylag kedvezőbb, mint a magyaroké. Úgy tűnik, hogy az adott talajok hidraulikus vezetőképessége Na-telítettségük mértékével áll szoros összefüggésben, hiszen a legkisebb értékeket a ceglédi talajszelvényben találtuk. Ugyancsak érdemes megemlíteni, hogy a vizsgált hat talajszelvény mindegyikében a felszíni réteg és az altalaj határán, bár különböző mélységben, hidraulikus vezetőképességük nagyon élesen csökken, ami szoros összefüggésben lehet az ESP-értékek ugyancsak jelentős emelkedésével. Ennek oka lehet részben olyan más talajjellemző változása is, amely a nedvesség mozgását befolyásolja. Esetünkben ez nem lehet a térfogattömeg, mivel a mérést felaprózott talajból készített talajoszloppal végeztük.

Az 1. táblázatból az is kitűnik, hogy a vizsgált talajok térfogattömege nagy, különösen a szudániaké. Utóbbiaké, egy felszíni talajminta kivételével, 1,81 és  $2,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  között változik, tehát az egész szelvény nagy mértékben tömődött. Ez megegyezik azokkal az adatokkal, amelyeket Közép-Szudán hasonló, Gezira- és Kenana-síksági agyagtalajain már korábban mértünk [7]. Kevésbé tömődött a két magyar talajszelvény, genetikai szintjeik térfogattömege általában 1,36 és  $1,70 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  között változik. A legkisebb értéket a ceglédi szelvény felszíni rétegében mértük, a legnagyobbat pedig a dévaványai szelvény BC-szintjében. A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy e talajok tömődöttsége a talajképződés folyamán jött létre.

Az összpórozitás-értékek szorosan összefüggenek a térfogattömeggel annak következtében, hogy e talajok sűrűsége csak elhanyagolható mértékben változik. A két magyar talaj különböző szintjeinek összpórozítása 36 és 49 térf.-% között változik. Ezeknél kisebbek a négy szudáni talajra vonatkozó határértékek, 23 és 41 térf.-%. Ebben az esetben is nyilvánvaló, hogy ezek az adatok és e talajok vízvezető képessége

1. táblázat

## A vizsgált talajok néhány fizikai jellemzője

(1) Szelvény és genetikai szint	(2) Mélység, cm	(3)	(4)	(5) Térfogat- tömeg, g · cm <sup>-3</sup>	(6) Össz- porozítás térf.-%	(7) K, cm <sup>3</sup> /óra
		Sz. i.	D. i.			
<b>Essuki-1.</b>						
A <sub>11</sub>	0— 15	35	65	1,86	29	75,5
A <sub>12</sub>	15— 30	23	77	1,87	29	10,7
A <sub>13</sub>	30— 50	23	77	1,81	32	5,7
A <sub>14</sub>	50— 65	23	77	1,87	29	2,0
A <sub>15</sub>	65— 80	18	82	1,86	29	1,70
AB <sub>2</sub>	80—110	25	75	1,82	32	12,3
<b>Essuki-2.</b>						
A <sub>11</sub>	0— 10	54	46	1,81	32	75,5
A <sub>12</sub>	10— 30	39	61	1,85	30	43,3
A <sub>13</sub>	30— 50	31	69	1,89	29	1,94
A <sub>14</sub>	50— 80	44	59	1,92	28	5,29
A <sub>15</sub>	80—115	46	54	1,94	27	2,4
AB <sub>2</sub>	115—136	41	59	1,85	30	1,43
<b>Essuki-3.</b>						
A <sub>11</sub>	0— 25	60	40	1,83	41	14,5
A <sub>12</sub>	25— 45	55	45	1,97	36	9,8
AC	45— 70	55	45	1,95	36	4,3
C	70—100	43	57	1,84	31	4,4
<b>Essuki-4.</b>						
A <sub>11</sub>	0— 20	54	46	1,73	35	45,9
A <sub>12</sub>	20— 40	28	72	2,04	23	1,9
AC	40— 75	23	77	2,01	24	3,3
C	75—100	95	5	1,93	27	11,7
<b>Dévaványa</b>						
A <sub>1</sub>	0— 5	71	29	1,50	43	41,4
A <sub>2</sub>	5—13	13	87	1,50	43	1,3
B <sub>1</sub>	13—29	10	90	1,54	42	1,4
B <sub>2</sub>	29—49	51	49	1,67	37	3,3
BC	49—70	1	99	1,70	36	0,02
C	70+	4	96	1,52	43	0,05
<b>Cegléd</b>						
A	0— 4	75	25	1,36	49	95,1
B <sub>1</sub>	4—17	0	100	1,58	40	0,01
B <sub>2</sub>	17—30	0	100	1,44	46	0,01
BC	30—50	0	100	1,42	46	0,01
C	50+	0	100	1,41	47	0,04

Sz. i.: VAGELER-féle szerkezeti index

D. i.: KACSINSZKIJ-féle diszperziós index

K: hidraulikus vezetőképesség

között nem lehet összefüggést találni, mert míg az utóbbit bolygatott szerkezetű talajjal mérték, addig az összporozítást bolygatatlan szerkezetű talajmintákkal határoztuk meg.

A hat vizsgált talajszelvény genetikai szintjeinek szemcseösszetételét a 2. táblázat tünteti fel. A talajok texturája a szelvény különböző szintjeiben nem változik jelentős mértékben. Ez a kolloid agyagfrakcióra is érvényes az Essuki-2. szelvény kivételével,

2. táblázat  
A vizsgált talajok szemcseösszetétele

(1) Szelvény és genetikai szint	(2) Mélység, cm	(3) Szemcsefrakciók %-os megoszlása (szemcseméret, mm)					(4) Összes agyag (<0,002)
		2–0,2	0,2– 0,02	0,02– 0,002	0,002– 0,0002	<0,0002	
<b>Essuki-1.</b>							
A <sub>11</sub>	0– 15	16	19	13	25	27	52
A <sub>12</sub>	15– 30	17	18	13	24	28	52
A <sub>13</sub>	30– 50	16	3	21	25	29	60
A <sub>14</sub>	50– 65	15	4	21	28	32	60
A <sub>15</sub>	65– 80	12	13	13	29	33	62
AB <sub>2</sub>	80–110	4	22	7	30	37	67
<b>Essuki-2.</b>							
A <sub>11</sub>	0– 10	20	14	13	2	51	53
A <sub>12</sub>	10– 30	18	19	11	13	39	52
A <sub>13</sub>	30– 50	13	22	12	15	37	53
A <sub>14</sub>	50– 80	9	19	20	11	41	52
A <sub>15</sub>	80–115	14	12	11	23	40	63
AB <sub>2</sub>	115–136	18	8	13	24	37	61
<b>Essuki-3.</b>							
A <sub>11</sub>	0– 25	6	14	21	28	31	59
A <sub>12</sub>	25– 45	6	5	28	32	29	61
AC	45– 70	5	3	28	32	32	64
C	70–100	9	1	27	23	40	63
<b>Essuki-4.</b>							
A <sub>11</sub>	0– 20	18	2	21	30	29	59
A <sub>12</sub>	20– 40	16	3	22	27	32	59
AC	40– 75	17	4	15	21	43	64
C	75–100	15	1	22	23	39	62
<b>Dévaványa</b>							
A <sub>1</sub>	0– 5	0	51	35	10	4	14
A <sub>2</sub>	5– 13	0	34	38	16	12	28
B <sub>1</sub>	13– 29	0	22	31	26	21	47
B <sub>2</sub>	29– 49	0	19	34	14	33	47
BC	49– 70	0	26	33	23	18	41
C	70+	0	27	33	17	23	40
<b>Cegléd</b>							
A	0– 4	0	65	24	8	3	11
B <sub>1</sub>	4– 17	0	40	24	21	15	36
B <sub>2</sub>	17– 30	0	39	19	14	28	42
BC	30– 50	0	32	26	13	29	42
C	50+	2	43	20	20	15	35

amelyben ez a frakció 51%-ról az altalajban 39%-ra csökken. Ebből arra lehet következtetni, hogy ennek a frakciónak az abszolút mennyisége a talaj vízáteresztésével kapcsolatban nem annyira fontos, mint az aggregált állapot mértéke. Más szavakkal, a talajok hidraulikus vezetőképességének hirtelen csökkenése az altalajban nincsen szoros kapcsolatban a kolloid agyagfrakció mennyiségének emelkedésével. A mechanikai analízis eredményei alapján mind a szudáni, mind pedig a magyar talajok alapszintjeinek texturája agyag, de annak különböző alosztályaiba tartoznak. A ceglédi és a dévaványai szelvényben mind az agyag-, mind a kolloid agyagfrakció mennyiségének folyamatos és jelentős emelkedése figyelhető meg mintegy 50 cm mélységig. Ez arra utal, hogy az agyagfrakciók lemosódhattak a szelvényben.

Kutatásaim szempontjából a vizsgált talajok agyagfrakcióinak mennyiségi eloszlásán kívül az agyagásványok típusa is lényeges. Hasonló közép-szudáni talajokat vizsgálva [8] megállapítottam, hogy az agyagfrakcióban a montmorillonit dominál, és azon kívül egy kevés kaolinitet is tartalmaz. Vizsgálataim eredményeiből az is kitűnt, hogy a kolloid agyagnak több mint 90%-a montmorillonit. Vermikulit és illit nem volt egyértelműen kimutatható. A két magyarországi talajt ebből a szempontból PÁRTAY és SZENDREI vizsgálta. Szóbeli közlésük szerint a dévaványai szelvényben montmorillonit, klorit és illit a domináló agyagásványok. A ceglédi szelvény B<sub>1</sub>-, B<sub>2</sub>- és C-szintjében különböző viszonylagos mennyiségben klorit, illit és szmektit jelenlétét állapították meg.

Az Essuki-2. szelvény és a dévaványai talaj némely szintjének kivételével a vizsgált talajok telítési kivonatának [6] elektromos vezetőképessége jóval kisebb a sós talajokra megállapított határértéknél. Az említett talajszintek vízben oldható sótartalma sem túl nagy, és bennük a Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> és NaCl dominál. Viszont a vizsgált magyarországi szelvények nagy adszorbeált Na-tartalma okozza e talajok komoly problémáját, tekintettel arra, hogy különböző szintjeikben az ESP-érték 27 és 60 között változik. Bár ezeknél kisebb ESP-értékeket határoztunk meg a szudáni talajokban, a kicserélhető nátrium aránya mégis problémát okoz, legalábbis az 1. és a 2. szelvényben, ahol ezek az értékek 10 és 25, de főként 20 és 25 között változnak. A 3. és a 4. szelvényben az ESP-értékek a szikes talajokra általában elfogadott 15-ös határértéknél kisebbek.

A ceglédi talaj kivételével, amelynek a pH-ja 9,6-ig terjed, a többi talaj kémhatása gyengén lúgos, 7,4 és 8,4 pH között változik. Ezzel szemben a dévaványai talaj felső szintjeinek a kémhatása gyengén savanyú, illetve semleges. Ez valószínűleg kilúgzási folyamatok következménye.

Különböző mennyiségű szénsavas meszet mind a hat talajszelvény genetikai szintjeiben találunk, kivéve a dévaványai talaj A- és B<sub>1</sub>-szintjét. Amint ez a 3. táblázat adataiból kitűnik, a vizsgált magyar talajok sokkal több CaCO<sub>3</sub>-ot tartalmaznak mint a szudániak.

Míg a szudáni talajokban a kicserélhető kationok közül a Ca<sup>2+</sup> és a Mg<sup>2+</sup> dominálnak, addig a magyar talajokban főként a Na<sup>+</sup> az uralkodó. Ez feltehetően arra utal, hogy a magyar szolonyec talajok nagyobb mértékben diszpergáltak, mint a négy talajszelvény által képviselt szudáni vertiszolok. A vizsgált talajok kationkicserélő kapacitása, amint várható, szorosan összefügg nagy agyagtartalmukkal (2. és 3. táblázat).



### A talajok szerkezetére vonatkozó megfontolások

Amint azt a bevezetésben említettük, az agyagtalajok szerkezete mikroaggregátum-stabilitásuk mértékének ismeretében értékelhető a legkielégítőbben. Ez a fogalom viszont a talaj számos fizikai és kémiai sajátosságát magában foglaló tényezők komplex függvénye. Ennek megfelelően a vizsgált talajok általános jellemzésével kapcsolatban kapott adatokból öt paramétert választottunk a statisztikai számítások részére azzal a céllal, hogy e tényezőknek a szerkezeti indexre gyakorolt befolyását megállapítsuk. Célszerűnek mutatkozott ezekhez a számításokhoz a hat talajszelvényből vett összes minta adatainak figyelembevétele. Ennek az az előnye, hogy tágabb határok között változnak mind a szerkezeti indexre (Sz. i.), mind pedig bármelyik független változóra vonatkozó értékek, és a számítások eredményéből általánosabb érvényű következtetések vonhatók le.

A kiválasztott öt független változó a következő: az ESP-érték, a szemcseösszetételből az összes agyag és a kolloid agyag, a szénsavas mész ( $\text{CaCO}_3$ ) és a pH. Ezekkel a paraméterekkel és a Sz. i.-szel mint függő változóval HP 10 Hewlett—Packard számítógéppel statisztikai számításokat végeztünk. A Sz. i. és a felsorolt paraméterek mindegyikével számított összefüggés korrelációs koefficiensét a 4. táblázat tünteti fel. Látható, hogy míg a Sz. i. és az első négy független változó közötti összefüggés nagyon szoros, addig az összefüggés a pH-val elhanyagolható.

Egy külön regresszió-analízis szerint, amelynek az volt a célja, hogy a talajok mikroszerkezetének a hidraulikus vezetőképességben betöltött szerepét tanulmányozzuk, a log  $K$  és Sz. i. közötti összefüggés korrelációs koefficiense 0,555, ami 0,5%-os valószínűségi szinten szignifikáns (4. táblázat).

E talajok mikroszerkezete tehát minden kétséget kizáróan számos tényező kölcsönhatásának az eredménye. Többszörös regresszió-analízissel azt is meg lehetett állapítani, hogy a kiválasztott öt független változó együttesen csak 87%-ban határozta meg e talajok mikroaggregált állapotát. Ezért tehát nem indokolt a tömődöttséget és a kis vízáteresztést egyedül a Na-telítettségnek, vagy bármely másik egyetlen tényezőnek tulajdonítani. Minden kétséget kizáróan az e tekintetben legfontosabb tényező a nátrium. A számítások szerint a Sz. i. értékeinek változásaiért mintegy 75%-ban az ESP-érték felelős. Ez az eredmény megegyezik SZABOLCS és LESZTÁK [22] adataival, amelyek azt mutatták, hogy a VAGELER vagy KACSINSZKIJ képletével számított szerkezeti index értékét  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -oldat szignifikánsan befolyásolja. Ugyancsak igazolja VÁRALLYAYNAK [24] azt a megállapítását, hogy a nagy Na-telítettség a fő oka a magyar szolonyecék kedvezőtlen fizikai és hidrofizikai sajátosságainak.

Bár a vizsgált talajok mikroszerkezete közötti különbségek okai közül nem sok maradt magyarázat nélkül, az utóbbiak egy része a szudáni és a magyar talajok agyagásványai közötti különbség lehet. A fentebb említett adatok szerint, míg a szudáni vertisolakban a montmorillonit dominál, addig a ceglédi talajban a legfontosabb az illit, a dévaványai talajban pedig ez utóbbi a domináló agyagásványok egyike. PETERSON [16] szerint a montmorillonit elősegíti az aggregátumok képződését, az illit nem befolyásolja.

Gyakorlati szempontból kutatásaink eredményei azt bizonyítják, hogy a szudáni talajok fő problémája kedvezőtlen fizikai és mechanikai sajátosságaik, mint pl. nagy térfogattömegük, kis vízáteresztésük, rossz levegőzőtségük. Bár nem sokat

3.

## A vizsgált talajok és telítési

(1) Szelvény és geneti- kai szint	(2) Mélység, cm	pH (H <sub>2</sub> O)	(3) T. k. pH	CaCO <sub>3</sub> , %	(4) Teli- tési %	(5) T. k. elektro- mos vezető- képessége, mS/cm (25 °C)	(6) Oldható kationok (T. k.)		
							Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
							me/l		
<b>Essuki-1.</b>									
A <sub>11</sub>	0–15	7,8	7,2	3,14	58	0,33	2,6	0,85	ny
A <sub>12</sub>	15–30	8,1	7,5	3,25	66	0,53	4,6	0,47	0,1
A <sub>13</sub>	30–50	8,2	7,1	2,96	81	1,23	9,6	0,94	0,19
A <sub>14</sub>	50–65	7,7	7,6	3,02	87	3,88	34,8	2,36	1,79
A <sub>15</sub>	65–80	7,7	7,2	2,68	92	4,19	39,0	2,36	2,73
AB <sub>2</sub>	80–110	8,6	7,8	3,50	99	2,9	22,0	2,5	1,5
<b>Essuki-2.</b>									
A <sub>11</sub>	0–10	7,3	7,6	4,37	59	0,51	3,7	0,94	1,00
A <sub>12</sub>	10–30	7,4	7,7	4,65	60	3,26	1,7	0,82	ny
A <sub>13</sub>	30–50	8,3	7,9	4,37	73	1,15	8,3	0,94	0,98
A <sub>14</sub>	50–80	8,0	7,4	4,26	90	7,65	69,6	12,27	6,03
A <sub>15</sub>	80–115	8,0	7,7	2,63	101	7,65	61,0	9,44	7,45
AB <sub>2</sub>	115–136	8,1	7,9	3,08	88	5,55	43,0	5,19	2,74
<b>Essuki-3.</b>									
A <sub>11</sub>	0–25	8,1	8,1	1,96	66	0,47	3,8	0,47	1,32
A <sub>12</sub>	25–45	8,0	8,1	2,00	70	0,56	3,7	0,85	ny
AC	45–70	8,0	8,0	1,71	76	1,63	10,4	1,42	0,84
C	70–100	7,9	7,7	1,77	81	2,58	16,3	3,32	1,77
<b>Essuki-4.</b>									
A <sub>11</sub>	0–20	7,9	8,4	2,15	67	0,43	2,2	0,94	0,38
A <sub>12</sub>	20–40	8,7	8,3	2,32	74	0,45	3,8	0,94	0,38
AC	40–75	8,3	7,5	2,67	80	0,86	7,4	0,94	0,38
C	75–100	8,0	7,5	2,09	85	7,77	69,6	16,51	12,54
<b>Déaványa</b>									
A <sub>1</sub>	0–5	5,8	7,0	–	76	1,08	10,0	0,96	1,19
A <sub>2</sub>	5–13	6,6	7,5	–	53	4,00	38,0	2,43	3,04
B <sub>1</sub>	13–29	7,2	7,2	–	77	10,70	120,0	4,34	16,23
B <sub>2</sub>	29–49	7,9	7,6	0,7	79	12,60	137,0	12,08	25,09
BC	49–70	8,6	7,9	15,2	101	6,70	69,0	1,70	6,00
C	70+	9,0	8,1	16,0	130	3,30	33,0	1,10	1,54
<b>Cegléd</b>									
A	0–4	7,0	8,1	0,3	94	2,1	19,0	1,3	3,6
B <sub>1</sub>	4–17	8,7	8,6	6,0	100	2,9	29,2	0,8	2,9
B <sub>2</sub>	17–30	9,6	9,1	12,5	124	1,9	18,4	0,4	1,2
BC	30–50	9,6	9,3	22,9	120	1,5	13,0	0,2	0,8
C	50+	9,1	8,6	45,7	114	1,0	8,4	0,6	0,9

T. k.: telítési kivonat  
ny: nyomokban



táblázat

kivonataik kémiai elemzésének adatai

(7) Oldható anionok (T. k.)			(8) Na adszorpciós arány (SAR)	(9) Kicserélhető kationok			(10) Kation-kicserélő kapacitás me/100 g talaj (CEC)	(11) Kicserélhető Na% (ESP)
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>		Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		
me/l			me/100 g talaj					
—	0,4	1,4	4	5,9	44	14	57	10,4
—	0,15	1,5	8,7	8,6	43	13	54	15,9
—	0,65	1,7	12,8	14,4	41	13	63	22,9
—	0,60	3,7	24,2	14,6	37	13	64	22,8
—	0,1	3,9	24,5	14,5	37	16	65	22,3
—	0,4	3,2	16,0	15,5	35	11	61	25,4
—	2,65	2,9	3,8	5,9	47	13	57	10,4
—	1,10	1,9	2,7	7,1	42	13	54	13,2
ny	0,62	2,0	8,5	11,6	40	16	57	20,4
ny	0,36	0,8	22,9	9,6	49	15	61	15,7
ny	0,46	1,7	20,2	13,6	46	19	63	21,6
ny	0,38	1,9	21,6	14,2	41	17	58	24,5
ny	0,58	1,20	1,9	2,5	39	18	63	4,0
ny	0,42	1,50	5,7	5,5	50	14	65	8,5
ny	0,40	2,70	9,8	7,5	35	16	65	11,5
—	1,60	1,60	10,2	7,7	34	16	62	12,4
—	1,95	0,80	2,7	2,4	36	19	63	3,8
—	2,60	0,60	3,6	8,7	37	15	64	13,6
—	2,90	0,60	7,0	10,5	34	18	66	15,9
—	1,45	0,80	18,2	9,1	47	16	64	14,2
—	2,45	4,0	10	1,6	6,0	10	19	8
—	2,94	11,8	23,2	6,9	9,6	6,4	24	27
—	4,41	15,1	37,5	14,2	8,4	9,6	41	35
—	1,72	15,8	31,8	14,0	18,4	20,8	31	34
—	2,21	14,2	34,6	15,7	—	—	39	40
0,98	2,21	9,9	37,0	15,0	—	—	39	39
—	0,98	2,8	9,0	3,8	12,0	4,4	18	21
0,39	2,94	2,8	21,4	18,1	—	—	33	55
0,78	13,10	1,6	20,4	19,0	—	—	33	58
2,70	7,50	1,4	18,5	18,7	—	—	31	60
0,78	0,78	1,6	9,7	8,7	—	—	22	40

lehet tenni a tömődött talajszelvény e kedvezőtlen adottságainak megváltoztatására, mélyszántás kedvezően befolyásolhatja a növények gyökérzetének erőteljesebb mélységirányú fejlődését, és javíthatja a talaj vízháztartását. Mind a szudáni, mind pedig a magyar talajok szerkezetének megjavítása alapvetően fontos feladat. Ennek a legmegfelelőbb módját (különböző javítóanyagok alkalmazása, vetésforgó, művelési technológia stb.) további laboratóriumi és szabadföldi kísérletekben kell megállapítani.

#### 4. táblázat

A vizsgált talajok szerkezeti indexe és az azt befolyásoló tényezők közötti összefüggés regresszió-analízisének eredménye

(1) Tényezők	(2) Korrelációs koefficiens	(3) Determinációs koefficiens
a) Szerkezeti index		
b) Kicsérélhető Na%	-0,870***	75,75
c) Összes agyag	0,687***	47,17
d) Kolloid agyag	0,632***	39,95
e) Szénsavas mész (CaCO <sub>3</sub> )	-0,549**	30,18
pH	-0,291 n. sz.	8,49
f) log K (hidraulikus vezetőképesség)	0,555**	30,80

\*\*\*  $P=0,1\%$ -os szinten szignifikáns

\*\*  $P=0,5\%$ -os szinten szignifikáns

n. sz.  $P=10\%$ -os szinten nem szignifikáns

### Összefoglalás

Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk néhány, öntözött területről származó szudáni vertisollal és magyarországi szolonyec talajjal. Ezek általában nem sós, különböző Na-tartalmú agyagtalajok. A fizikai és kémiai sajátágaikat abból a célból jellemeztük, hogy olyan fontos paramétereket választhassunk, amelyek a talaj mikroszerkezetével szorosan összefüggenek. A talaj szerkezeti indexének, mint a mikroszerkezetet jellemző mutatónak összefüggését vizsgáltuk a talajok ESP-értékével, összes agyag-, kolloid agyag- és CaCO<sub>3</sub>-tartalmával, valamint pH-értékével. Az adatok statisztikai elemzése azt mutatja, hogy a szerkezeti index és az ESP-érték, összes agyag- és a kolloid agyagfrakció mennyisége közötti összefüggés 0,1%-os és a CaCO<sub>3</sub>-tal való kapcsolat 0,5%-os valószínűségi szinten szignifikáns. A szerkezeti index összefüggése a pH-val negatív, de nem szignifikáns. A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy e talajok mikroszerkezetét leginkább befolyásoló tényező a nátrium. Parciális korrelációs koefficiens számításával azt is megállapítottuk, hogy a szerkezeti index és a vizsgált talajok hidraulikus vezetőképessége közötti összefüggés 1%-os valószínűségi szinten szignifikáns.

Irodalom

- [1] BRASHER, B. R. et al.: Use of saran resin to coat natural clods for bulk density and water retention measurements. *Soil Sci.* **101**. 108. 1966.
- [2] BRYAN, R. K.: The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*. **2**. 5—26. 1968.
- [3] DARAB K. & FERENCZ K.: Öntözött területek talajtérképezése. *Genetikus Talajtérképek*. Ser. 1. No. 10. OMMI. Budapest. 1969.
- [4] DAY, P. R.: Experiment in the use of the microscope for the study of soil structure. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **13**. 43—50. 1948.
- [5] DEWIS, J. & FREITAS, F.: Physical and chemical methods of soil and water analysis. *FAO Soil Bulletin No. 10*. Rome. 1970.
- [6] Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (Ed.: RICHARDS, L. A.). *USDA Handbook No. 60*. Washington D.C. 1954.
- [7] FADL, A. E.: Chemical and mineralogical properties of some soils from the Sudan Gezira (Africa). M. Sc. Thesis. Oklahoma State University. 1968.
- [8] FADL, A. E.: A mineralogical characterization of some Vertisols in the Gezira and the Kenana Clay Plains of the Sudan. *J. Soil Sci.* **22**. 129—135. 1971.
- [9] FADL, A. E.: Factors affecting structure in some clay soils of Sudan and Hungary. Ph. D. Thesis. Hung. Acad. Sci. Budapest. 1980.
- [10] HARRIS, S.: Index of structure: evaluation of a modified method of determining aggregate stability. *Geoderma*. **6**. 155—162. 1971.
- [11] KACSINSZKIJ, N. A.: *Fizika pocsvü.* Izd. Vüzsaja skola. Moszkva. 1965.
- [12] KOLODNY, L. & NEAL, O. R.: The use of microaggregation or dispersion measurements for following changes in soil structure. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **6**. 91—95. 1949.
- [13] KUBIENA, W. L.: *Micropedology*. Ed. Collegiate Press. Iowa. USA. 1938.
- [14] MIDDLETON, H. E.: Properties of soils which influence soil erosion. *USDA Bull.* 178. 1930.
- [15] MILAD, S. A.: The application of structure factor as an aid for reclaiming and improving alkali soils in the U. A. R. Ph. D. Thesis. Ain Shams University. Cairo, Egypt. 1969.
- [16] PETERSON, J. B.: The role of clay minerals in the formation of soil structure. *Soil Sci.* **61**. 247—256. 1946.
- [17] REDLICH, C. C.: Determination of soil structure by microscopical investigation. *Soil Sci.* **50**. 3—13. 1940.
- [18] SCHALLER, F. W. & STOCKINGER, K. R.: A comparison of five methods for expressing aggregation data. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **17**. 310—313. 1953.
- [19] SIDERI, D. I.: On the formation of structure in soil. Method of microscopic investigation of soil structure in reflected light. *Soil Sci.* **46**. 337—349. 1938.
- [20] SZABOLCS, I.: The influence of sodium carbonate on soil forming processes and soil properties. *Agrokémia és Talajtan.* **14**. Suppl. 15—48. 1964.
- [21] SZABOLCS, I.: Soil salinization and alkalization processes. *Agrokémia és Talajtan.* **28**. Suppl. 11—32. 1979.
- [22] SZABOLCS I. & LESZTÁK V.: Különböző sóoldatok mozgása talajszelvényekben. *Agrokémia és Talajtan.* **15**. Suppl. 407—421. 1966.
- [23] TYULIN, A. F.: Questions of soil structure. 11. Aggregate analysis as a method of determining soil structure. *Perm. Agric. Exp. Sta. Div. Agric. Chem.* **2**. 77—122. 1928.
- [24] VÁRALLYAY GY.: A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. *Agrokémia és Talajtan.* **21**. 57—85. 1972.
- [25] YODER, R. E.: A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Amer. Soc. Agron.* **28**. 337—351. 1936.

*Érkezett: 1984. június 11.*

## Problems of Soil Structure in Some Clay and Salt Affected Soils in Sudan and Hungary

A. E. FADL

Soil Survey Administration, Wad Medani (Sudan)

### Summary

A comparative study was made on some Sudanese vertisols from the Essuki irrigated area and Hungarian solonetz soils from Dévaványa and Cegléd. The physical and chemical properties of these soils were determined in order to select some parameters that show significant relationships to the microstructure of the soil. All the studied soils were characterized by a clay structure, were generally non-saline and variably sodic.

Microaggregation as an index of soil structure was studied in relation to ESP, total clay-, colloidal clay- and  $\text{CaCO}_3$  content, as well as pH. Statistical analysis of the data showed that the index of structure was correlated at the 0.1% level with ESP, total clay and colloidal clay, and at the 0.5% level with  $\text{CaCO}_3$ . Its correlation with pH was negative but not significant. The study has also revealed that sodium is the most important factor influencing the microaggregation of these soils.

By partial correlation analysis it was also possible to determine that the index of structure is significantly correlated with the permeability coefficient of these soils at the 1% level.

*Table 1.* Some physical characteristics of the soils used in the experiments. (1) Profile and genetic horizon. (2) Depth, cm. (3) Index of structure according to Vageler, %. (4) Index of dispersion according to Katchinsky, %. (5) Bulk density,  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . (6) Porosity, %. (7) Permeability coefficient,  $\text{cm}^3/\text{hr}$ .

*Table 2.* Mechanical analysis of the soils. (1) Profile and genetic horizon. (2) Depth, cm. (3) Mechanical fractions, % (particle size in mm). (4) Total clay, %.

*Table 3.* Chemical analysis of the soil samples and their saturation extracts. (1) Profile and genetic horizon. (2) Depth, cm. (3) pH of the saturation extract. (4) Saturation percentage. (5) EC of the saturation extract,  $\text{mS}/\text{cm}$  ( $25^\circ\text{C}$ ). (6) Soluble cations and (7) anions in the saturation extract,  $\text{me}/1$ . (8) SAR. (9) Exchangeable cations,  $\text{me}/100$  g soil. (10) CEC,  $\text{me}/100$  g soil. (11) ESP. ny: in traces.

*Table 4.* Correlations between the index of structure and different factors. (1) Factor. a) index of structure; b) ESP; c) total clay; d) fine clay; e) calcium carbonate; f) permeability coefficient. (2) Correlation coefficient. (3) Coefficient of determination. \*\*\* Significant at 0.1 per cent level; \*\* Significant at 0.5 per cent level; n.s. = not significant at 10 per cent level.

## Struktur einiger sudanesischer Tonböden und einiger ungarischer Alkali-(Szik-)böden

A. E. FADL

Dienststelle für Feldmessung, Wad Medani (Sudan)

### Zusammenfassung

Es wurden vergleichende Untersuchungen mit einigen, aus bewässerten Gebieten stammenden sudanesischen Vertisols und ungarischen Solonetzböden durchgeführt. Diese sind im allgemeinen nicht salzhaltige Tonböden mit unterschiedlichem Na-Gehalt. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften wurden deshalb bestimmt um die mit der Mikrostruktur der Böden eng zusammenhängenden wichtigsten Parameter auswählen zu können.

Es wurde der Zusammenhang des Bodenstrukturindex, als eines die Mikrostruktur charakterisierenden Kennwertes mit dem ESP-Wert, dem gesamten Ton-, dem kolloidalen Ton- und dem  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt, sowie mit dem pH-Wert der Böden untersucht. Die statistische Analyse der Daten gibt an, dass der Zusammenhang zwischen dem Strukturindex, dem gesamten Tongehalt, sowie der kolloidalen Tonfraktion bei einer Wahrscheinlichkeitsstufe von 0,1%, zwischen dem Strukturindex und dem  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt bei einer Wahrscheinlichkeitsstufe von 0,5% signifikant ist. Der Zusammenhang des Strukturindex mit dem pH-Wert ist negativ, aber nicht signifikant. Die Untersuchungen haben auch ergeben, dass der die Mikrostruktur am meisten beeinflussende Faktor das Natrium ist.

Mit Berechnung des partiellen Korrelationskoeffizienten wurde auch festgestellt, dass der Zusammenhang zwischen dem Strukturindex und der hydraulischen Leitfähigkeit der untersuchten Böden bei einer 1%-igen Wahrscheinlichkeitsstufe signifikant ist.

*Tab. 1.* Einige physikalische Kennwerte der untersuchten Böden. (1) Bodenprofil und genetischer Horizont. (2) Tiefe, cm. (3) Strukturindex nach Vageler, %. (4) Dispersionsindex nach Katschinskij, %. (5) Lagerungsdichte,  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . (6) Gesamte Porosität, Vol. %. (7) Hydraulische Leitfähigkeit,  $\text{cm}^3/\text{Stunde}$ .

*Tab. 2.* Körnung der untersuchten Böden. (1) Bodenprofil und genetischer Horizont. (2) Tiefe, cm. (3) Prozentuelle Verteilung der Körnchenfraktionen, (Durchmesser der Körnchen in mm). (4) Gesamter Tongehalt.

*Tab. 3.* Angaben der chemischen Analyse der untersuchten Böden und ihrer Sättigungsauszüge. (1) Bodenprofil und genetischer Horizont. (2) Tiefe, cm. (3) pH-Wert des Sättigungsauszuges. (4) Sättigungsprozent. (5) Elektrische Leitfähigkeit des Sättigungsauszuges, mS/cm bei 25 °C. (6) Lösbare Kationen und (7) Anionen im Sättigungsauszug, mval/l. (8) Na-Adsorptionsverhältnis (SAR-Wert). (9) Austauschbare Kationen, mval/100 g Boden. (10) Kationen-Austauschkapazität, mval/100 g Boden (CEC-Wert). (11) Austauschbares Na in % (ESP-Wert). ny: in Spuren.

*Tab. 4.* Ergebnisse der Regressionsanalyse des Zusammenhanges zwischen dem Strukturindex der untersuchten Böden und den diesen beeinflussenden Faktoren. (1) Faktoren. a) Strukturindex; b) austauschbares Na%; c) gesamter Tongehalt; d) kolloidale Tonfraktion; e)  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt; f)  $\log K$  (hydraulische Leitfähigkeit). (2) Korrelationskoeffizient. (3) Determinationskoeffizient. Signifikant bei \*\*\*P = 0,1%; \*\*P = 0,5%; n.sz.: nicht signifikant bei P = 10%.

## Проблемы структуры некоторых глинистых суданских почв и венгерских засоленных почв

А. Е. ФАДЛ

Землемерное Управление, Вад Медани (Судан)

### Резюме

Провели сравнительные исследования с некоторыми суданскими вертисоллями с орошаемых территорий и венгерской солонцовой почвой. Они, в основном, не засолены, содержат различное количество ионов натрия, по механическому составу относятся к глинистым почвам. Характеризовали физические и химические свойства этих почв с тем, чтобы выбрать такие основные параметры, которые находились бы в тесной связи с микроструктурой почв.

Изучили связь между структурным индексом почв, как показателем характеризующим микроструктуру почв, величиной ESP почв, общим содержанием глины,

коллоидной глины и  $\text{CaCO}_3$ , а также величиной рН. Результаты статистического анализа показали, что связь между структурным индексом и величиной ESP, общим содержанием глины и коллоидной глины достоверна на уровне 0,1%, между структурным индексом и содержанием  $\text{CaCO}_3$  на уровне 0,5%. Установили отрицательную зависимость между структурным индексом и рН, но она была не достоверной. Исследования показали так же, что основным фактором, влияющим на микроструктурное состояние почв, прежде всего является натрий.

Рассчитав парциальный коэффициент корреляции, установили, что зависимость между структурным индексом и гидравлической водопродностью изученных почв достоверна на уровне 1%-ой вероятности.

*Табл. 1.* Некоторые физические свойства исследованных почв. (1) Почвенный разрез и горизонт. (2) Глубина, см. (3) Структурный индекс по Фагелеру, %. (4) Индекс дисперсности по Качинскому, %. (5) Объемный вес,  $\text{г.см}^{-3}$ . (6) Общая порозность в % объема. (7) Гидравлическая водопродность,  $\text{см}^3/\text{час}$ .

*Табл. 2.* Механический состав изученных почв. (1) Разрез и генетические горизонты. (2) Глубина, см. (3) Процентное распределение механических фракций, диаметр частичек в мм. (4) Общее содержание глины, %.

*Табл. 3.* Результаты химического анализа изученных почв и насыщенных вытяжек. (1) Разрез и генетические горизонты. (2) Глубина, см. (3) рН насыщенных вытяжек. (4) Процент насыщенности. (5) Электропроводность насыщенных вытяжек,  $\text{мС/см}$  ( $25^\circ\text{C}$ ). (6) Содержание растворимых катионов и (7) растворимых анионов в насыщенных вытяжках,  $\text{мг.экв/л}$ . (8) Адсорбционное соотношение ионов натрия (SAR). (9) Содержание обменных катионов,  $\text{мг.экв/100 г}$  почвы. (10) Ёмкость катионного обмена,  $\text{мг.экв/100 г}$  почвы (СЕС). (11) Ионы обменного натрия %, пу: в следах.

*Табл. 4.* Результаты регрессионного анализа зависимости между структурным индексом изученных почв и факторами, влияющими на индекс. (1) Факторы. а) структурный индекс.; б) Ионы обменного натрия, %; с) Общее содержание глины; d) Содержание коллоидной глины; е) Содержание углекислой извести; f)  $\log K$  (гидравлическая водопродность). (2) Коэффициент корреляции. (3) Коэффициент детерминации. Достоверно на уровнях\*\*\*  $P=0,1\%$ -ов; \*\*  $P=0,5\%$ -ов. n.sz.:  $P=10\%$  не достоверно.