

Ősgyepek és művelés alatt álló talajok mikroaggregátumainak minősége

DVORACSEK MIKLÓS és DVORACSEK MIKLÓSNÉ

MTA Agrokémiai Kutató Intézet Talajtani Osztály Budapest

Hazai kutatók megállapítása szerint is közismert tény, hogy az ősgyepek morzsánagyság összetétele, morzsaporozítása és vízálló morzsáinak mennyisége, valamint nagysága mindig kedvezőbb, mint az ugyanolyan típusú, ásványtani és mechanikai összetételében, valamint kémiai tulajdonságaiban teljesen azonos, művelés alatt álló talajé [4, 5, 6]. Ismertek azok az okok, amelyek a művelés alatt álló talaj szerkezetét lerontják. A termesztett egyéves kultúrnövények kisebb tömegű, kevésbé sűrű és főleg rövidebb ideig (általában csak tavasztól nyár végéig) élő gyökérzetének mechanikai morzsásító hatása gyengébb, mint az élő füvek erős gyökérszővedékének. A gyakori bolygatás (művelés) elősegíti a talaj tökéletesebb átszellőzését, aerob körülményeket teremt, tehát fokozza a morzsák legfontosabb szerves ragasztóanyagainak mineralizációját. Ugyanakkor a szervesanyag utánpótlás még intenzívebb szerves-trágyázás mellett sem éri el — sem minőségben, sem mennyiségben — az ősgyepek gyökérzetének bomlásából keletkező humusz mennyiségét és minőségét. Végül pedig a talaj művelése mechanikailag is rombolja a meglevő talajmorzsákat.

A földművelési szempontból értékes talajmorzsák 0,25 mm-nél nagyobbak, tehát nagyságrendileg a makroaggregátumok csoportjába tartoznak. A makroaggregátumok építőkövei a mikroaggregátumok. Ezért, ha a szerkezet leromlásának folyamatát vizsgáljuk és okozati összefüggéseket keresünk az egyes tényezőknek ezen folyamatokban betöltött szerepe között, az eddiginél sokkal több figyelmet kell szentelnünk a mikroaggregátumok tulajdonságainak és azok változásának vizsgálatára. Jelen munkánkban az ősgyepek és a művelés alatt álló talajok mikroaggregátumainak tulajdonságait vizsgáljuk és ily módon kívánunk adatokat szolgáltatni a művelésnek a mikroaggregátumokra gyakorolt hatására.

A hazai és külföldi szakirodalomban a mikroaggregátumok vizsgálatával kapcsolatban nem találhatók olyan próbálkozások, amelyek a talaj művelésbe vételének hatására bekövetkező változásokat és azok okait kívánják kideríteni. A mikroaggregátumok vizsgálatát mindig a talaj mechanikai összetételével és a talaj típusával összefüggésben végezték. Ezért a szakirodalmi adatokat munkánkban nem tudtuk felhasználni, s így ismertetésükre nem térünk ki.

Kísérleti rész

Vizsgálatainkat négy különböző helyről származó talajmintaanyagon végeztük. A mintavételi helyek: Mezőhegyes (mezőségi talaj), Kunhegyes (mezőségi dinamikájú volt réti talaj), Kisújszállás (réti talaj), Mindszent (nagyon kötött réti agyag). Minden mintavételi helyen az ősgyep és a vele szomszédos művelés alatt álló talajból vettük a mintákat. A mintaanyag laboratóriumi vizsgálati adatait az 1. és 2. táblázat tartalmazza. A hy értékeket $CaCl_2 + 6 H_2O$ felett, az összes $C\%$ -ot $Tyurin$ bikromátos

1. táblázat

A mintaanyag laboratóriumi vizsgálatának eredményei

(1) Vizsgált talaj		pH		CaCO ₃ %	(2) Σ N ₁	(3) Összes só %	(4) ly ₁	(5) Arany- féle kötött- ségi szám	(6) Összes		(7) C/N
eredete	mély- sége, cm	H ₂ O	n. KCl						C	N	
									%		
<i>Mezőhegyes:</i>											
a) ösgyep ...	0—20	8,11	7,67	7,18	—	—	3,69	58	3,84	0,422	9,1
b) szántó		8,25	7,76	8,38	—	—	3,24	47	2,66	0,264	10,1
a) ösgyep ...	20—40	8,14	7,71	10,23	—	—	3,25	50	2,51	0,276	9,1
b) szántó		8,11	7,66	9,11	—	—	3,30	48	2,26	0,221	10,2
<i>Kunhegyes:</i>											
a) ösgyep ...	5—20	6,79	6,16	—	10,00	—	2,94	47	2,47	0,289	8,6
b) szántó		7,33	6,50	ny	6,80	—	3,01	45	2,07	0,218	9,5
a) ösgyep ...	20—40	6,90	6,03	ny	8,60	—	3,08	46	1,91	0,192	9,9
b) szántó		7,51	6,72	ny	5,00	—	3,40	48	1,53	0,146	10,4
c) altalaj	80—100	8,75	7,95	12,65	—	0,235	1,72	70	0,38	0,054	7,0
<i>Kisújszállás:</i>											
a) ösgyep ...	5—20	6,51	5,77	ny	10,00	—	2,97	48	2,69	0,309	8,7
b) szántó		7,49	6,91	ny	3,00	—	3,29	48	1,75	0,217	8,2
a) ösgyep ...	20—40	7,07	6,22	ny	4,50	—	3,18	47	1,17	0,152	7,7
b) szántó		7,72	7,04	3,15	2,00	—	3,51	54	1,16	0,159	7,3
<i>Mindszent:</i>											
a) ösgyep ...	5—20	6,07	4,98	ny	15,00	—	5,68	66	2,29	0,280	8,2
b) szántó		6,10	5,01	ny	14,50	—	5,54	60	1,89	0,249	7,6

(1) Vizsgált talaj		(8) Mechanikai összetétel (σ mm)								
eredete	mély- sége, cm	> 0,2	0,2— 0,05	0,05— 0,02	0,02— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,002	0,002— 0,001	0,001 >	
<i>Mezőhegyes:</i>										
a) ösgyep	0—20	0,3	15,6	18,1	12,7	10,2	10,0	6,0	27,1	
b) szántó		0,4	10,8	18,8	16,2	10,7	10,7	3,5	28,9	
a) ösgyep	20—40	0,1	14,0	17,4	15,2	11,1	8,5	5,5	28,2	
b) szántó		0,1	11,0	22,7	13,7	10,2	10,8	5,8	25,7	
<i>Kunhegyes:</i>										
a) ösgyep	5—20	0,4	12,6	21,3	11,6	9,7	8,0	9,1	27,3	
b) szántó		0,4	11,6	21,3	10,0	10,8	7,9	6,7	31,3	
a) ösgyep	20—40	0,1	10,3	22,1	11,7	9,1	8,2	5,2	33,3	
b) szántó		0,2	10,2	16,5	12,1	11,9	8,7	5,6	34,8	
c) altalaj	80—100	0,5	17,2	18,7	11,2	7,4	9,0	15,9	20,1	
<i>Kisújszállás:</i>										
a) ösgyep	5—20	0,3	12,2	17,3	13,4	12,0	8,6	6,5	29,7	
b) szántó		0,3	7,5	19,0	12,7	9,2	9,9	4,2	37,2	
a) ösgyep	20—40	0,1	5,7	18,5	12,2	10,1	9,1	4,7	39,6	
b) szántó		0,2	8,9	15,0	10,1	10,0	10,7	4,3	40,8	
<i>Mindszent:</i>										
a) ösgyep	5—20	0,1	2,3	5,1	8,0	9,0	15,3	7,0	53,2	
b) szántó		0,1	3,4	4,0	7,6	9,9	15,3	7,2	52,5	

[cit. in 2], az összes N%-ot Tyurin krómsavas [1], a kicserélhető bázisokat Mehlich módszerével [cit. in 2] határoztuk meg. A mechanikai összetétel vizsgálatánál a következő előkészítést alkalmaztuk: a talajt porcelánmozsárban adszorpciós kapacitásának megfelelő mg. e. ényi NaOH és Na₂C₂O₄ 1:1 arányú oldatával képlékeny állapotban 10 percig dörzsöltük, majd hat óra hosszat rázógéppel ráztattuk. A mechanikai összetétel meghatározását pedig Casagrande hidrométeres [cit. in 8] módszerével végeztük.

2. táblázat

A mintaanyag adszorpciós vizsgálatának eredményei

(1) Vizsgált talaj		T	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	T-S	V
eredete	mély- sége, cm	mg e. é.		S érték %-ában				mg e. é.	
<i>Mezőhegyes:</i>									
a) ősgyep	0—20	50,50	49,71	80,49	12,72	6,23	0,56	0,34	99,1
b) szántó		50,50	49,08	81,51	13,72	4,07	0,70	1,42	97,
a) ősgyep	20—40	48,62	48,34	82,75	13,09	3,72	0,44	0,28	99,4
b) szántó		46,12	45,75	87,44	9,87	1,74	0,95	0,37	99,1
<i>Kunhegyes:</i>									
a) ősgyep	5—20	50,50	36,69	65,16	28,93	5,21	0,70	13,81	72,6
b) szántó		50,87	38,74	72,49	22,01	4,41	1,01	12,13	76,1
a) ősgyep	20—40	50,87	36,50	68,65	27,73	2,98	0,64	15,37	69,7
b) szántó		55,00	36,87	67,81	28,31	2,71	1,17	18,13	66,9
c) altalaj	80—100	24,37	46,76	32,08	47,80	1,28	18,83	—	—
<i>Kisújszállás:</i>									
a) ősgyep	5—20	52,37	40,90	46,45	48,23	4,79	0,53	11,47	78,1
b) szántó		52,37	38,30	57,97	35,40	5,90	0,73	14,07	73,1
a) ősgyep	20—40	43,25	39,74	42,78	53,16	3,52	0,54	3,51	91,8
b) szántó		43,25	36,93	67,71	28,26	3,68	0,35	6,32	85,3
<i>Mindszent:</i>									
a) ősgyep	5—20	82,12	50,47	57,46	37,46	3,96	1,12	31,65	61,4
b) szántó		75,00	46,83	56,61	39,49	2,98	0,92	28,17	62,4

Meghatároztuk továbbá a minták 3—1 mm-es morzsáinak vízállóságát is. A vízállóságot az egyikünk által kidolgozott nedves szitálásos módszerrel mértük [3].

A vízállósági adatok részletes tárgyalását mellőzzük, ezeket egy korábbi munkánkban már [5] ismertettük. Itt csak a legfontosabb megállapításokat foglaljuk össze.

Az ősgyepekben több a vízálló morzsa, mint a megfelelő megművelt talajban. A megművelt talajban a felső szántott réteg vízállósága kisebb, mint a mélyebb (20—40 cm) rétegé. Ami az egyes talajok (mintavételi helyek) közötti különbséget illeti, megállapítható, hogy a mindszeinti kötött réti agyagban található a legtöbb vízálló morzsa. Itt az ősgyep és a művelés alatt álló talaj vízállósága között is csak elenyésző különbség van. Ennek oka egyrészt az, hogy a talajban nem valódi morzsák, hanem csak a nagy kötöttség miatt kialakult tömött, kisporozitású álaggregátumok vannak,

tehát még az ősgyep sem morzsás szerkezetű, másrészt pedig a művelés alatt álló talaj is csak 10 éve lett feltörve, s így a művelés hatása sem érvényesülhet kellőképpen. A másik három ősgyep közül a legtöbb vízálló morzsa a mezőhegyesi, tehát a szerkezetképzés szempontjából legjobb dinamikájú mezőhegyesi talajban található. A kunhegyesi altalaj adatait csak annak szemléltetésére ismertetjük, hogy a kedvezőtlen kémiai

3. táblázat

A vizsgált talajok 3—1 mm-es morzsáinak vízállósága %-ban

Vizsgált talaj		a) Ősgyep	b) Szántó	Vizsgált talaj				
eredete	mély- sége, cm			eredete	mély- sége, cm	a) Ősgyep	b) Szántó	c) Altalaj
Mezőhegyes	0—20	63,0	34,1	Kunhegyes	5—20	51,9	23,6	
	20—40	64,0	44,3		20—40	58,6	44,2	
Kisújszállás	5—20	54,4	9,5	Mindszent	80—100			1,3
	20—40	49,3	45,0		5—20	78,2	70,9	

tulajdonságokkal rendelkező, ezért gyökerekkel nem átszőtt és humusz nélküli talajrétegekben vízálló morzsák nem alakulhatnak ki. A mintaanyag — a mikroaggregátumok vizsgálata szempontjából fontosabb — fizikai és kémiai jellemzőinek ismertetése után rátérünk a munkánk tulajdonképpeni célját képező vizsgálatok ismertetésére. A vizsgálatokhoz egységesen a 3—1 mm-es morzsafrakciót használtuk fel.

Először a mikroaggregátumok mennyiségét határoztuk meg. E vizsgálatokhoz a mechanikai összetétel meghatározásával párhuzamosan mikroaggregátum analízist végeztünk. A szokásos mikroaggregátum analízisnél az ülepitést megelőző előkészítés hat óráig tartó deszt. vízben történő rázásból állott. A frakciók mennyiségét itt is hidrométeres módszerrel állapítottuk meg.

A mikroaggregátum analízisek eredményeit a 4. táblázatban mutatjuk be.

A mikroaggregátum analízis szokásos kiértékelési módját ti., hogy az egyes frakciók mennyiségéből levonjuk a megfelelő nagyságú mechanikai elemek mennyiségét és a különbséget tekintjük mikroaggregátumnak, nem tartjuk helyesnek. Véleményünk szerint e feltételezés teljesen önkényes, ugyanis az egyes frakciókban a két módszerrel (mechanikai összetétel és mikroaggregátum analízis) mért értékek különbségénél több mikroaggregátum is lehet, hiszen az azonos mennyiségű mechanikai elemek egy része a nagyobb frakciókba tartozó mikroaggregátumok alkatrésze is lehet. Sőt, a fenti megfontolás alapján a frakció állhat teljes egészében mikroaggregátumokból még akkor is, ha mennyisége kevesebb mint a mechanikai elemzés megfelelő frakciója.

Éppen ezért a mikroaggregátum analízis eredményeinek ezt az értékelésmódját elvetettük és helyette csak grafikus értékelést alkalmaztunk, amelyhez a két mérés eredményeit összegező görbével ábráztuk (1. ábra). Az összegező görbének egy-egy szemcsenagysághoz tartozó pontja az illető szemcséátmérőnél kisebb átmérőjű részecskék mennyiségét mutatja.

Az I. táblázat tanúsága szerint az azonos helyről származó ősgyep és művelés alatt álló talaj megfelelő rétegeinek mechanikai összetétele az elsősorban a talajok heterogenitásából származó hibahatárokon belül azonos, ezért az ábrákon az ősgyep és a művelés alatt álló talaj azonos rétegét egy grafikonon tüntettük fel és a mechanikai összetételt a két talajból kapott eredmények középértékéből képzett egy görbével ábráztuk.

A mikroaggregátum analízis eredményét feltüntető görbék természetesen alacsonyabban haladnak, mint a mechanikai összetétel görbéje. Minél nagyobb a távolság a két görbe (mechanikai összetétel és mikroaggregátum analízis) között, annál nagyobb a diszperzitásfok különbség a peptizáló szerrel és csak a deszt. vízben végzett előkészítés hatása között, tehát annál több és szilárdabb kötéseük a talajban levő mikro-

4. táblázat
A mikroaggregátum analízisek eredményei

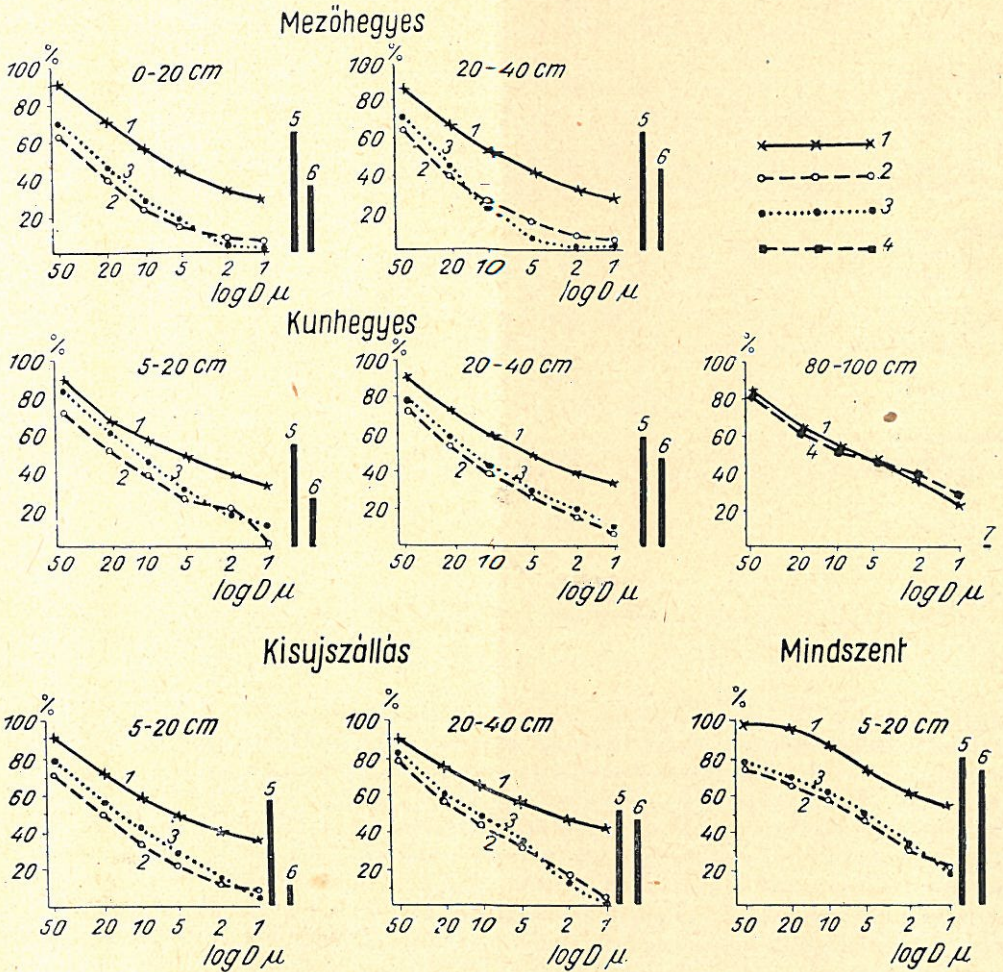
(1) Vizsgált talaj		>0.05	0.05— 0.02	0.02— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.002	0.002— 0.001	0.001>
eredete	mélysége, cm	mm						
<i>Mezőhegyes:</i>								
a) ösgyep	0—20	40,9	22,6	14,7	7,1	8,7	0,3	5,7
b) szántó		31,1	25,3	17,7	10,7	10,1	5,1	—
a) ösgyep	20—40	35,9	24,1	15,9	9,4	8,2	4,7	1,8
b) szántó		29,7	26,9	22,4	15,5	4,0	0,5	1,0
<i>Kunhegyes:</i>								
a) ösgyep	5—20	31,1	20,6	11,3	13,9	7,9	13,2	2,0
b) szántó		19,4	25,4	13,9	15,0	11,5	7,0	7,8
a) ösgyep	20—40	25,0	22,9	13,6	13,6	10,3	8,1	6,8
b) szántó		23,2	20,3	16,0	12,8	11,9	8,8	7,0
c) altalaj	80—100	17,7	19,5	12,3	7,4	5,7	9,7	27,7
<i>Kisújszállás:</i>								
a) ösgyep	5—20	28,9	21,4	16,0	13,0	10,3	3,4	7,0
b) szántó		20,5	21,7	15,5	14,1	15,4	8,6	4,2
a) ösgyep	20—40	18,8	21,4	16,8	11,8	15,7	15,5	—
b) szántó		18,0	18,5	14,7	13,9	24,1	10,8	—
<i>Mindszent:</i>								
a) ösgyep	5—20	27,7	7,6	7,4	11,6	15,6	13,2	16,9
b) szántó		23,8	7,1	8,0	12,5	17,4	14,6	16,6

aggregátumok. Az ösgyeppek görbéi alacsonyabban futnak, mint a művelés alatt álló talajoké, tehát előbbiekek diszperzitásfoka kisebb. A kettő között azonban mindenütt viszonylag kicsi a különbség és semmiképpen sem áll arányban a talajok makroaggregátumainak vízállóságával. (A szemléltetés kedvéért a grafikonok mellett a vízálló morzsák mennyiségét is ábrázoltuk.) Ennek magyarázata az alábbi: A valóban tartós ragasztókötések irreverzibilis koaguláció termékei. Ebből következik, hogy mechanikai szétrombolásuk után ragasztó hatást többé kifejtteni nem tudnak [4, 5]. A művelő eszközök mechanikailag rombolják a talajmorzsákat. Ez a mechanikai rombolás azonban a mikroaggregátumok nagyságrendjébe tartozó részecskéket csak kis mértékben aprítja. *A művelés tehát fizikailag még nem változtatja meg lényegesen a talaj mikroaggregátumainak mennyiségét.* Éppen ezért a mikroaggregátumok mennyiségéből a földművelés szempontjából értékes makroaggregátumok mennyiségére és főleg vízállóságára csak egy irányban következtethetünk. Ti. tekintettel arra, hogy az értékes morzsák mikroaggregátumokból állnak, azokban a talajokban, amelyekben a fizikai (mechanikai összetétel) és kémiai (adszorpciós komplexus összetétele, sóviszonyok, kis humusz-

tartalom stb.) feltételek nem alkalmasak a mikroaggregátumok kialakítására, értékes morzsákat nem találunk.

Bizonyítja ezt a kunhegyesi humuszmentes, rossz kémiai adottságokkal rendelkező (szódás) altalaj, amelyben a mechanikai és mikroaggregátum analízis azonos diszperzitásfokot mutat, és amelyben ennek megfelelően vízálló morzsát gyakorlatilag nem is találunk.

A mikroaggregátumok szilárdságának, vagyis a ragasztókötések fizikai behatásokkal szemben tanúsított ellenállásának mérésére Godlin — a talajok mechanikai összetételének agronómiai célokból történő meghatározására javasolt — módszerét [7] tartottuk a legalkalmasabbnak, tehát ezt az eljárást alkalmaztuk.



1. ábra

A mezőségi talajok (Mezőhegyes, Kunhegyes) és a réti talajok (Kisújszállás, Mindszent) mechanikai összetétele, mikroaggregátum analíziseik eredménye és a makroaggregátumok vízállósága. 1. Az ösgyep és a művelés alatt álló talaj mechanikai összetétele. Mikroaggregátum analízisek: 2. ösgyep, 3. művelés alatt álló talaj, 4. kunhegyesi altalaj. Vízálló makroaggregátumok mennyisége: 5. ösgyep 6. művelés alatt álló talaj, 7. altalaj

A Godlin-féle módszer lényege az, hogy a talajt 14—16 óráig (általában egy éjszakán át) deszt. vízben történő áztatás után 30 percig rázógépből rázzuk, majd az Atterberg-féle iszapolás elve alapján elkülönítjük belőle a 0,01 mm-nél kisebb részeket és azok mennyiségét a kívánalmaknak megfelelően vagy egy összegben vagy további frakciókra bontva pipettás módszerrel meghatározzuk. Az ülepítőhengerben visszamaradt, csak 0,01 mm-nél nagyobb mikroaggregátumokból és elemi vázrészekből álló részt szobahőmérsékleten a képlékenységi határok közé eső nedvességi állapotig (tésztás konzisztenciáig) szárítjuk, majd gumbottal alaposan szétdörzsöljük (dörzsölés időtartama 15 perc) és iszapolással ismét szétválasztjuk az 0,01 mm-nél nagyobb és kisebb részeket. A szét-dörzsölést szükség szerint annyiszor megismételjük, míg végül az ülepítő hengerben visszamaradó 0,01 mm-nél nagyobb részeket tartalmazó anyag teljesen kihéredik, tehát csak az aggregálódásra képtelen, inaktív ásványi vázrészeket tartalmazza. A szétdörzsölés után elkülönített szuszpenzió-részeket egyesítjük és mennyiségüket, esetleg frakcióösszetételüket pipettás eljárással meghatározzuk. Az ülepítőhengerben visszamaradó vázalkatrészek mennyiségét ugyancsak megállapítjuk.

A Godlin-féle módszer tehát a 0,01 mm-es szemcsehatárig egy tökéletes mechanikai elemzésnek felel meg. Az ennél kisebb részecskéket pedig két csoportra bontva mikroaggregátumok alakjában határozza meg. A szét-dörzsölés előtt, tehát az enyhébb előkészítés hatására 0,01 mm-nél kisebbre széteső részeket lazán kötött mikroaggregátumoknak, azokat a részeket pedig, amelyek csak a szét-dörzsölések hatására esnek szét 0,01 mm-nél kisebb frakciókra, erősen kötött mikroaggregátumoknak nevezi. Míg a lazán kötött mikroaggregátumok között lehetnek a talajban eredetileg is szabadon levő (nem mikroaggregátumokba tömörült) részecskék is, az erősen kötött mikroaggregátumok csoportja a talajban eredetileg feltétlenül mikroaggregátumok alakjában levő részecskékből áll.

5. táblázat

A lazán és erősen kötött mikroaggregátumok mennyisége %-ban

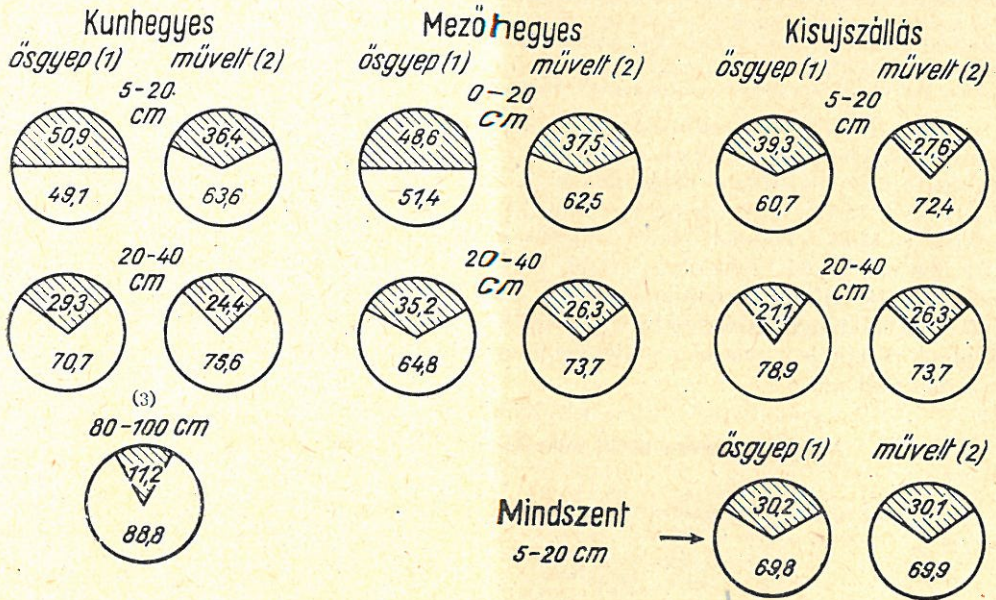
(1) Vizsgált talaj		(2) Ásványi váz- részek (> 0,01 mm)	(3) Lazán	(4) Erősen	(1) Vizsgált talaj		(2) Ás- ványi váz- részek (> 0,01 mm)	(3) Lazán	(4) Erősen
eredete	mély- sége, cm		kötött mikro- aggregátumok (0,01 > mm)		eredete	mély- sége, cm		kötött mikro- aggregátumok (0,01 > mm)	
<i>Mezőhegyes:</i>					<i>Kunhegyes:</i>				
a) ösгыep	0—20	31,69	35,12	33,19	a) ösгыep ...	5—20	39,50	29,71	30,79
b) szántó		29,32	44,17	26,51	b) szántó		38,86	38,92	22,22
a) ösгыep	20—40	32,32	43,86	23,82	a) ösгыep ...	20—40	31,57	48,41	20,02
b) szántó		22,43	57,17	20,40	b) szántó		28,88	53,78	17,34
<i>Kisújszállás:</i>					<i>Mindszent:</i>				
a) ösгыep	5—20	35,53	39,10	25,37	c) altalaj	80—100	40,42	52,91	6,67
b) szántó		31,53	49,54	18,93	a) ösгыep ...	5—20	9,24	63,32	27,44
a) ösгыep	20—40	32,53	53,25	14,22	b) szántó		9,28	63,46	27,26
b) szántó		26,07	54,50	19,43					
c) altalaj	80—100	40,42	52,91	6,67					

A Godlin-féle elemzés adatai már mélyebb betekintést engednek a talaj mikroaggregátumainak mennyiségi és egyúttal minőségi viszonyaiba (5. táblázat).

Az 5. táblázat adatait összehasonlítva a mechanikai összetétel eredményeivel, azt látjuk, hogy a Godlin-féle elemzésnél kevesebb a 0,01 mm-nél nagyobb részecskék mennyisége, mint a szokásos előkészítéssel végrehajtott mechanikai összetételnél kapott mennyiség. Tehát a ma szokásos kémiai előkészítés nem választja szét tökéletesen az ásványi vázrészeket a kisebb frakcióktól.

Az ösгыep és a művelés alatt álló talaj mechanikai összetételének azonossága következtében a 0,01 mm-nél nagyobb vázrészecskék mennyisége a Godlin-féle elemzésnél

is azonos. (Nagyobb különbséget egyedül a mezőhegyesi talaj 20—40 cm-es rétegében találunk.) Az egymással párhuzamba állított két-két talajban (ősgyep és művelt talaj) tehát a mikroaggregátumok összmenyisége is azonosnak vehető. Az összmenyiségben belül a laza és erősen kötött mikroaggregátumok egymás közti arányában azonban szabályszerű különbségeket találunk. A 2. ábrán a laza és erősen kötött mikroaggregátumok %-os megoszlását tüntettük fel. Ha az egyes talajokban (talajmintákban)



2. ábra

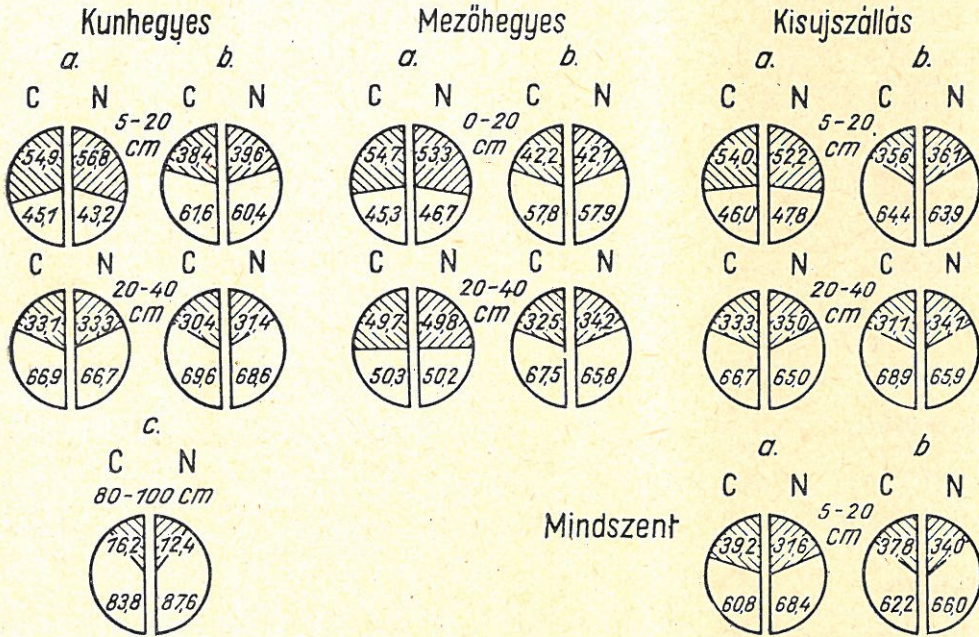
A laza (üresen hagyott részek) és erősen kötött (vonalkázott részek) mikroaggregátumok százalékos megoszlása. 1) ősgyep, 2) szántó, 3) altalaj

talált laza és erősen kötött mikroaggregátumok közötti arányt vizsgáljuk, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

1. A mezősi talajokban szűkebb az arány, mint a réti talajokban.
2. Az ősgyepekben — a mindszenti talaj kivételével — szűkebb a mikroaggregátum csoportok közötti arány, vagyis viszonylag több az erősen kötött mikroaggregátum, mint a művelés alatt álló talajokban. Ez a különbség a feltalajban nagyobb mértékű.
3. A felső talajrétegben szűkebb az arány, és a laza és erősen kötött mikroaggregátumok arányának a mélyebb rétegben megfigyelhető tágulása az ősgyepekben nagyobb.

Ezekből a szabályszerűségekből további vizsgálatok nélkül is megállapíthatjuk, hogy a két mikroaggregátum csoport egymás közötti viszonyában található különbségeket nem okozhatják külső fizikai aprító hatások. Ha ugyanis ez lenne a különbség oka, úgy a felső talajrétegben, és a kisebb kötöttségű, tehát a mezősi talajokban lenne tágabb a két csoport közötti arány. A különbségeknek minőségi okai vannak. Minél kedvezőbbek a talaj fizikai és kémiai adottságai a morzsalékos szerkezet kialakulására, annál több a mikroaggregátumokban a nagyobb szilárdságú, erősebb fizikai behatásokkal szemben is ellenálló ragasztókötés. Ezért szűkebb a két csoport közötti arány a mező-

ségi talajokban. Az arányt a talaj humusztartalma és annak minősége is befolyásolja. A gyökerekkel jobban átszőtt, nagyobb humusztartalmú felső talajrétegben viszonylag mindenütt több az erősen kötött mikroaggregátum. A kunhegyesi altalajban, tehát abban a talajmintában, amelynek kémiai tulajdonságai kedvezőtlenek és amelyben csak elenyésző mennyiségű szervesanyag van, találtuk a legkevesebb erősen kötött mikroaggregátumot.



3. ábra

A talajok összes C és N tartalmának százalékos megoszlása a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok között. Jelöléseket lásd 2. ábra

A művelés hatására az erősen kötött mikroaggregátumok mennyisége csökken. Kivételt képez a mindszenti réti agyag, amelynél az ősgyepben és a művelés alatt álló talajban azonos a laza és erősen kötött mikroaggregátumok százalékos megoszlása. Ezt okozhatják a talaj kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságai, amely miatt ebben a talajban még az ősgyep alatt sem alakultak ki valódi morzsák, de lehet oka részben az is, hogy a művelt talajt is csak 10 évvel a mintavétel előtt törték fel.

A lazán és erősen kötött mikroaggregátumok között tehát minőségi különbségek vannak, amelyek a szerves-ásványi ragasztóanyagok fizikai ellenállóképességében meglévő különbségeket kialakítják. A különbségeket előidéző tényezők közelebbi megismerésére meghatároztuk a két csoport mikroaggregátumainak összes C és N tartalmát (6. táblázat).

A vizsgálati adatok helyességének ellenőrzésére a nyert százalékos C és N tartalomból, valamint a mikroaggregátumok mennyiségéből kiszámítottuk az egyes talajokban levő összes C és N tényleges mennyiségét. A két csoport együttes C, ill. N tartalmát összehasonlítottuk a talaj eredeti C és N tartalmával. Az ily módon számított C tartalom mindenütt kevesebb volt, mint az eredeti talajban meghatározott C mennyisége. A különbségek nagyságában azonban szabályosság volt fellelhető. Az ősgyepekben, és általában a felső talajrétegben mindig nagyobb volt a különbség, mint a művelés alatt álló talajokban, ill. a 20—40 cm-es rétegben. Ez a szabályosság azonban meg-

6. táblázat

A mikroaggregátumok összes C és N tartalma %-ban és 100 g eredeti talajban (g-ban)

(1) Vizsgált talaj		(2) Összes C tartalom				(3) Összes N tartalom			
eredete	mélysége, cm	lazán kötött		erősen kötött		lazán kötött		erősen kötött	
		%	g	%	g	%	g	%	g
<i>Mezőhegyes:</i>									
a) ösgyep	0—20	4,26	1,50	5,75	1,81	0,537	0,188	0,649	0,215
b) szántó		3,10	1,37	3,76	1,00	0,381	0,168	0,461	0,122
a) ösgyep	20—40	2,27	1,00	4,16	0,99	0,290	0,127	0,530	0,126
b) szántó		2,44	1,39	3,26	0,67	0,285	0,163	0,416	0,085
<i>Kunhegyes:</i>									
a) ösgyep	5—20	3,45	1,02	4,02	1,24	0,395	0,117	0,502	0,154
b) szántó		2,81	1,09	3,04	0,68	0,344	0,134	0,394	0,088
a) ösgyep	20—40	2,42	1,17	2,88	0,58	0,290	0,140	0,349	0,070
b) szántó		1,96	1,05	2,68	0,46	0,248	0,133	0,350	0,061
c) altalaj	80—100	0,57	0,31	0,83	0,06	0,106	0,056	0,121	0,008
<i>Kisújszállás:</i>									
a) ösgyep	5—20	2,63	1,03	4,78	1,21	0,358	0,140	0,604	0,153
b) szántó		2,08	1,03	3,01	0,57	0,279	0,138	0,410	0,078
a) ösgyep	20—40	1,35	0,72	2,54	0,36	0,171	0,091	0,343	0,049
b) szántó		1,34	0,73	1,69	0,33	0,163	0,089	0,239	0,046
<i>Mindszent:</i>									
a) ösgyep	5—20	1,91	1,21	2,85	0,78	0,331	0,210	0,355	0,097
b) szántó		1,81	1,15	2,55	0,70	0,294	0,186	0,350	0,096

adta az eltérés magyarázatát is. A talaj C tartalmának meghatározására felhasznált talajmintából a növényi részeket (gyökérdarabocskákat) az előírásnak megfelelően ki kell válogatni. Ez a kiválogatás azonban sohasem lehet tökéletes, mert a finomra összetöredeztett gyökérszöröket stb. így módon nem tudjuk eltávolítani. A meghatározott összes C tartalomban tehát ezek C tartalma is jelentkezik. Mivel pedig a mikroaggregátumoknak a talaj vázrészétől való elkülönítése többszöri ülepitéssel történik, ezekből a növényi maradványok az ülepitések alatt automatikusan eltávolítódnak. Ennek megfelelően álltak elő a fentemlített különbségek. Az ösgyep, és általában a felső talajréteg mindig több növényi maradványt tartalmaz, ezért az eltérés nagysága is ennek megfelelően alakult. Biztonság kedvéért azonban meghatároztuk mégegyszer az eredeti talajminták összes C tartalmát is. Ezekhez a vizsgálatokhoz azonban a talajból a növényi maradványokat ülepitéssel választottuk el. Az így nyert adatok a mikroaggregátumok mennyiségéből és C tartalmából számított értékekkel jól egyeztek. A nitrogén tartalmi adatoknál ilyen eltérés nem volt megfigyelhető. A számított és tényleges értékek a talaj heterogenitásából és a módszerek pontatlanságából eredő hibahatárokon belül le- és felfelé egyaránt ingadoztak.

A mikroaggregátumok összes C és N tartalma a két csoportban nem azonos. Az erősen kötött mikroaggregátumokban mindenütt több szenet és nitrogént találtunk. Ezekben tehát több a szervesanyag.

A szerves-anyagtartalom abszolút nagysága azonban nem mutat a ragasztóanyagok szilárdságával összefüggést, mert bár ugyanabban a talajban az erősen kötött mikroaggregátumok szervesanyag tartalma mindig nagyobb, mint a lazán kötött mikroaggregátumoké, a különböző talajok erősen kötött mikroaggregátumainak szerves-anyagtartalmában nagy különbségek találhatók. A mezőszégi talajoknál a művelés alatt

álló talajban még az erősen kötött mikroaggregátumok összes szervesanyag-tartalma is kisebb, mint az ősgyep azonos rétegében a lazán kötött mikroaggregátumoké.

A szervesanyag minőségére első megközelítésben a C/N arány ad felvilágosítást. A talajok eredeti C/N arányát az 1. táblázat tartalmazza. Ha a talaj összes C és N tartalmának a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok közötti megoszlását vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az összes C és N százalékos megoszlása azonos (3. ábra). Ez végeredményben annyit jelent, hogy az erősen és a lazán kötött mikroaggregátumok szervesanyagának C/N aránya egyforma. A ragasztókötések szilárdsága tehát a szerves ragasztóanyag C/N arányával sem áll összefüggésben.

Mindebből arra következtethetünk, hogy a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok szervesanyag-tartalmának minőségi különbségét nem annyira a szervesanyag kémiai összetételének eltérő volta, hanem fizikai-kémiai tulajdonságainak (koagulációs tulajdonságok, elöregedés) különbözősége okozza. Feltételezhetően különbségek vannak a két csoport között a szerves-ásványi ragasztóanyag ásványi komponensében is. Erre utal Godlin néhány különböző talajtípussal végzett vizsgálata, amely szerint az erősen kötött mikroaggregátumok vas- és alumíniumoxid tartalma nagyobb. Ugyancsak szerinte a lazán kötött mikroaggregátumok biológiailag aktívabbak [7]. Sajnos, Godlin — mivel vizsgálatait elsősorban metodikai célból végezte — csak a különböző típusú talajok közötti eltéréseket vizsgálta és így fenti megállapításaiából a művelés hatására bekövetkező változásokra nem következtethetünk.

Az eredmények megbeszélése

Vizsgálataink eredményeit összefoglalva tehát megállapíthatjuk, hogy:

1. A mezősgéi talajokban a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok aránya szűkebb mint a réti talajokban. A különbségek a gyökerekkel jobban átszőtt, nagyobb humusz tartalmú felső talajrétegben a kifejezettebbek.

2. A talaj kedvezőtlen kémiai tulajdonságai és a szervesanyag jelenlétének hiánya megakadályozza nagyobb mennyiségű erősen kötött mikroaggregátumok képződését.

3. A művelés következtében a talajban a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok aránya a lazán kötött mikroaggregátumok javára tolódik el. Ennek az eltolódásnak okait valószínűleg a talaj dinamikájában bekövetkezett változásokban (levegősebb körülmények, fokozottabb mineralizáció, gyengébb és egyenlőtlenebb szervesanyag utánpótlás) kell keresnünk. Mivel a szilárd kötések kialakító szerves-ásványi ragasztóanyag szerves komponensének gyorsabb ütemű az elöregedése és mineralizációja, mint amilyen intenzív a friss szervesanyagokból való utánpótlás, a ragasztókötések szilárdsága csökken. Valószínű, hogy a megváltozott dinamikának megfelelő egyensúlyi állapot kialakulása után a csoportok közötti arány ismét állandósul.

4. Az erősen kötött mikroaggregátumok összes C és N tartalma nagyobb, de a két csoport mikroaggregátumaiban a C/N arány azonos.

5. A lazán és erősen kötött mikroaggregátumok között ragasztóanyagaik szilárdságában minőségi különbség van. E különbség oka nem annyira a szervesanyag mennyiségében és kémiai összetételében, hanem fizikai-kémiai tulajdonságaiban keresendő.

6. Tekintettel arra, hogy a külső mechanikai hatások a vízálló makroaggregátumok mennyiségét nagymértékben befolyásolják, a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok egymás közötti arányából a művelés alatt álló talaj vízálló morzsáinak mennyiségére nem következtethetünk.

Összefoglalás

Mezőségi és réti talajokban vizsgáltuk az őszyep és a művelés alatt álló talaj mikroaggregátumainak minőségét. A szokásos mikroaggregátum analízissel az őszyep és a megfelelő művelt talaj mikroaggregátumainak mennyiségében számottevő különbség nem mutatható ki (1. ábra). Godlin módszerét találtuk alkalmasnak a mikroaggregátumokat létrehozó ragasztókötések szilárdságában meglévő különbségek kimutatására. E módszer lehetőséget ad arra, hogy a mikroaggregátumokat ragasztókötések szilárdsága szerint két csoportra, a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok csoportjára bontassuk. A mérések azt mutatják, hogy az őszyepekben több az erősen kötött, és kevesebb a lazán kötött mikroaggregátum, mint a művelés alatt álló talajokban (5. táblázat és 2. ábra). A különbségeket nem a művelés mechanikai aprító hatása hozza létre.

Meghatároztuk a mikroaggregátum csoportok összes C és N tartalmát is. Az erősen kötött mikroaggregátumok C és N tartalma nagyobb (6. táblázat), a C/N arány viszont a két csoportban azonos (3. ábra).

Vizsgálatainkból megállapítható, hogy a művelésbe vétel hatására a lazán és erősen kötött mikroaggregátumok arányában bekövetkező eltolódást a talaj dinamikájának megváltozása okozza. A két csoport ragasztóanyagainak szilárdságában minőségi különbség van. E különbség okai nem annyira a szervesanyag mennyiségében és kémiai összetételében, hanem fizikai-kémiai tulajdonságaiban keresendők.

Érkezett: 1957. augusztus 6.

Irodalom

- [1] Agrohímieszeszkie metodü isszledovanyija pocsv. Izd. Akad. Nauk. SSSR. Moszkva. 1954.
- [2] Ballenegger, R.: Talajvizsgáló módszertan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1953.
- [3] Dvoracsek, M.: Agrokémia és Talajtan. 2. 425. 1953.
- [4] Dvoracsek, M. & Dvoracsek, M-né: Sixième Congrès de la Science du Sol. I. 37. 247. Páris. 1956.
- [5] Dvoracsek, M. & D. Vadányi, M.: MTA Agrártud. Oszt. Közl. 9. 111. 1956.
- [6] Dvoracsek, M., Klimes-Szmik, A. & B. Fejér, S.: Agrokémia és Talajtan. 1. 479. 1952.
- [7] Godlin, M. M.: Pocsvovegyenyije No. 6. 67. 1953.
- [8] Kézdi, Á.: Talajmechanika I. Tankönyvkiadó. Budapest. 1952.

ОЦЕНКА МИКРОАГРЕГАТОВ ЦЕЛИННЫХ И ОБРАБОТАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

М. Дворачек и М. Дворачек

Научно-Исследовательский Институт Агрохимии Академии Наук Венгрии, Будапешт

Резюме

Оценка качеств микроагрегатов целинных и обработанных земель проводили на черноземных и луговых почвах. При помощи обычного анализа микроагрегатов не удалось найти значительной разницы в количестве микроагрегатов целинных и обработанных земель (рис. 1.) Для выявления разниц в склеивающих свойствах микроагрегатов оказался пригодным метод Годлина, предложенный для определения механического состава почв в агрономических целях. Этот метод дает возможность разделить микроагрегаты на две группы по их склеивающим свойствам, на группу рыхлосклеенных и на группу прочно-склеенных микроагрегатов. Результаты анализов приведены в таблице 5 и рисунке 2.

Определяли общее содержание угля и азота в прочносклеенных и рыхлосклеенных микроагрегатах (табл. 6).

В результате исследований мы пришли к следующим выводам:

1. Соотношение рыхлосклеенных микроагрегатов к прочносклеенных уже в черноземных почвах, или в луговых. Эти разницы больше выражены в верхнем горизонте почвы, лучше переплетенном корнями и более богатым гумусом (рис. 2).
2. Неблагоприятные химические свойства почвы и отсутствия органического

вещества препятствуют образованию прочносклеенных микроагрегатов в большом количестве.

3. Под влиянием обработки почвы соотношение рыхло- и прочносклеенных агрегатов передвигается в сторону рыхлосвязанных (рис. 2).

Причина этого смещения заключается наверно в изменениях, происходящих в динамике почвы (более выражены условия аэрации, повышенная минерализация, слабое и неравномерное накопление органического вещества). У органического компонента органо-минерального склеивающего вещества, создающего прочные связи микроагрегатов, процессы минерализации и старения проходят быстрее, чем новообразование этих же компонентов из свежих органических веществ, поэтому прочность склеивания снижается. Можно предположить, что после установления равновесия соответственно новым почвенным условиям, соотношения групп микроагрегатов будут снова постоянным.

4. Общее содержание углерода и азота выше у прочносклеенных микроагрегатов (табл. 6), но соотношение С : N одинаково у обеих групп микроагрегатов (рис. 3).

5. Имеется качественная разница в прочности склеивающего вещества между прочно- и рыхлосклеенными агрегатами. Причина такого различия скрывается больше в физико-химических свойствах органического вещества, чем в количестве и химическом составе его.

6. Количество водопрочных макроагрегатов в большой степени зависит от внешних механических воздействий, поэтому мы не можем судить о количестве водопрочных агрегатов обработанной почвы исходя из данных по соотношению рыхло- и прочносклеенных микроагрегатов.

Таблица 1. Результаты лабораторного анализа образцов. а) целина, б) обработанная почва, в) подпочва. (1) Происхождение изученной почвы и взятия образца в см. (2) Гидролитическая кислотность. (3) % общей соли. (4) Гигроскопичность над $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. (5) Число связей по Арань. (6) % содержание общего углерода и азота. (7) Соотношение С : N (8) Механический состав.

Таблица 2. Результаты анализа адсорбционных свойств образцов. Обозначение см. табл. 1.

Таблица 3. % водопрочности агрегатов диаметром 3—1 мм в образцах почвы.

Таблица 4. Результаты анализа микроагрегаты.

Таблица 5. Количество рыхло- и прочно склеенных микроагрегатов в %. а) целина, б) обработанная почва, в) подпочва. (1) Происхождение изученной почвы и глубина взятия образца в см. (2) Минеральные скелетные частицы диаметром больше 0,01 мм. (3) Рыхло склеенные. (4) Прочно склеенные микроагрегаты.

Таблица 6. Общее количество углерода и азота микроагрегатов в % и в гр. на 100 гр почвы. (1) Происхождение изученной почвы и глубина взятия образца в см. (2) Общее содержание углерода и (3) общее содержание азота у рыхло склеенных (столбики на левой стороне) и у прочно склеенных (столбики на первой стороне) микроагрегатов.

Рис. 1. Данные по механическому составу, анализу на микроагрегаты и водопрочности микроагрегатов черноземных почв (Меззхедьеш, Кунхедьеш) и луговых почв (Кишуйсаллаш, Миндсент). 1. Механический состав целинных и обработанных почв. Анализы на микроагрегаты. 2. Целина. 3. Обработанная почва. 4. Подпочва из Кунхедьеш. Количество водопрочных макроагрегатов. 5. Целина. 6. Обработанная почва. 7. Подпочва.

Рис. 2. Процентное распределение рыхло склеенных (незаштрихованное место) и прочно склеенных (заштрихованное место) микроагрегатов (1) целина, (2) обработанная почва, (3) подпочва.

Рис. 3. Процентное распределение общего содержания углерода и азота в рыхло- и прочно склеенных микроагрегатах. Обозначение см. рис. 2.

Qualité des microagrégats des sols prairies naturelles et des terres labourées

M. DVORACSEK et Mme M. DVORACSEK

Institut des Recherches Agrochimiques de l'Académie des Sciences Hongroise, Budapest

Résumé

Nous avons étudié la qualité des microagrégats des sols des prairies naturelles et des terres labourées appartenant aux types génétiques des sols de steppes et des argiles noires des anciennes prairies humides. La méthode d'analyse qui nous sert usuellement pour établir

la qualité des microagréats n'a pas donné des différences appréciables quant à la quantité des microagréats des sols des prairies naturelles et des terres labourées correspondantes (Fig. 1). Nous avons trouvé que la méthode préconisée par Godlin pour la détermination de la composition mécanique du sol en vue des buts agronomiques peut bien servir pour établir les différences existant dans la consistance des liaisons produisant les microagréats. Cette méthode nous permet de séparer en deux groupes les microagréats selon la tenacité de leurs liaisons, notamment les groupes des microagréats à faible et à forte consistance. Les résultats des analyses sont réunis dans le tableau 5 et la figure 2.

Nous avons aussi dosé la teneur en C et N des microagréats à faible et à forte consistance (Tableau 6.). De nos recherches nous avons tiré les conclusions suivantes.

1. Dans les sols de steppes le rapport entre les microagréats à faible et à forte consistance est plus étroit que dans les argiles noires des prairies humides. Les différences sont surtout notables dans les couches supérieures renfermant un tissu plus dense de racines, à teneur en humus plus élevé (Fig. 2.).

2. Les propriétés chimiques défavorables du sol et le manque de matière organique empêchent la formation d'une quantité notable de microagréats à forte consistance.

3. Par l'effet du travail du sol le rapport des microagréats à faible et à forte consistance se déplace en faveur des microagréats à faible consistance (Fig. 2.). La cause en doit être cherchée probablement dans les changements survenus dans le dynamique du sol (aérobie accentuée, minéralisation accrue, restitution plus faible et moins uniforme de la matière organique). Comme la sénescence et la minéralisation du composant organique qui forme les liaisons fortes ont une allure plus rapide que la reconstitution à partir de la matière organique fraîche, la tenacité des liaisons de cimentation devient moins forte. Il est vraisemblable qu'après le retablissement d'un état d'équilibre conforme à la dynamique changée le rapport entre les deux groupes de microagréats devient stable de nouveau.

4. La teneur totale en C et N des microagréats à forte consistance est plus élevée (Tabl. 6.), mais le rapport C/N est identique dans les microagréats des deux groupes (Fig. 3).

5. Il y a une différence qualitative quant à la tenacité des matières qui servent de ciment dans les microagréats à consistance forte et faible. La cause de cette différence ne doit pas être cherchée autant dans la quantité de la matière organique et sa composition chimique, que dans ses propriétés physico-chimiques.

6. En considérant que les effets mécaniques extérieurs influent fortement la quantité des microagréats stables dans l'eau, l'on ne peut pas tirer des conclusions relativement à la quantité des agrégats stables dans l'eau d'un sol labouré à partir du rapport des microagréats présentant une tenacité faible et forte.

Tableau 1. Résultats de l'examen au laboratoire des échantillons de terre prélevés : a) prairie naturelle, b) terre labourée, c) sous-sol. (1.) Provenance et profondeur du sol examiné (cm). (2.) Acidité hydrolytique. (3.) Teneur totale en sels %. (4.) Hygroscopicité en dessus de $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. (5.) Degré de consistance selon Arany. (6.) Teneur totale en C et N %. (7.) Rapport C/N. (8.) Composition mécanique.

Tableau 2. Résultats de l'examen des conditions adsorptives des échantillons de terre prélevés. Pour les signes voir Tabl. 1.

Tableau 3. Stabilité dans l'eau des granules de 3 à 1 mm des terres examinées en %. Pour les signes voir Tabl. 1.

Tableau 4. Résultats de l'analyse des microagréats.

Tableau 5. Quantité en % des microagréats à consistance faible et forte, respectivement : a) prairie naturelle, b) sol cultivé, c) sous-sol. (1.) Origine et profondeur du sol examiné. (2.) Parties minérales du squelette dépassant 0,01 mm. (3.) microagréats à cohésion forte et, (4.) à cohésion faible.

Tableau 6. La teneur totale des microagréats en C et N calculée en % et en g rapportée à 100 g du sol original. (1.) Origine et profondeur du sol examiné. (2.) Teneur totale en C et (3.) en N dans les microagréats à faible (colonnes de gauche) et à forte consistance (à droite).

Fig. 1. Composition mécanique, résultats de l'analyse des microagréats et stabilité dans l'eau des microagréats des sols de steppes (Mezőhegyes, Kunhegyes) et sols de prairie (Kisújszállás, Mindszent). Composition mécanique du sol de la prairie naturelle et du sol cultivé. Analyse des microagréats : 2. prairie naturelle, 3. sol cultivé, 4. sous-sol de Kunhegyes. Quantité des macroagréats stables dans l'eau : 5. prairie naturelle, 6. sol cultivé, 7. sous-sol.

Fig. 2. Réparation en pourcentage des microagréats à consistance faible (parties vides) et forte (hachurées). 1) prairie naturelle, 2) terre labourée, 3) sous-sol.

Fig. 3. Répartition en pourcentage du C et N total entre les microagréats à consistance faible et forte, resp. Pour les signes voir fig. 2.