

A rizstermesztés hatása a talaj fizikai tulajdonságaira

NGUYEN THI DAN, SZABOLCS ISTVÁN és LESZTÁK JÓZSEFNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A rizs számos országban, különösen egyes ázsiai országokban a legfontosabb kultúrnövény és miután különleges élettani tulajdonságokkal rendelkezik és rendszeres vízborítás alatt termesztik, a talajra gyakorolt hatása is sajátos.

A rizs sok szempontból másféle hatást gyakorol a talajokra, mint azok a kultúrnövények, amelyeket száraz, vagy időszakosan öntözött viszonyok között termesztünk.

Miután maga az öntözés is rendkívül sokrétű és mélyreható befolyást gyakorol a talaj tulajdonságaira, rizstermesztés esetében feltételezhető, hogy akár egy, vagy néhány vegetációs periódus alatt is mélyreható változások történnek a talaj tulajdonságaiban és annak termékenységében is [7, 8, 15, 37, 40].

Aránylag sok közlemény foglalkozik a rizsnek, illetve a rizstermesztésnek a talajra gyakorolt hatásával olyan körülmények között, amikor az öntözéses termelés során másodlagos szikesedés lép fel. Ilyen vonatkozásban hivatkozhatunk KOVDA [27], SZABOLCS [35], DARAB [6], és mások munkáira. Ezek a vizsgálatok azt igazolják, hogy a talaj elszikesedése következtében mélyreható változások következnek be a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaiban s ezek következtében jelentősen csökken a talaj termékenysége is.

Számos kutató bebizonyította, hogy ez a csökkenés gyakran olyan nagy mértékű, hogy a talajok mezőgazdasági termelésre alkalmatlanokká válnak és csak költséges javító intézkedésekkel lehet rajtuk a termelést újból biztosítani. Az irodalomban PONNAMPERUMA [33] és MITSUI [32] munkái foglalkoznak a rizs termesztésére szolgáló talajok kémiai tulajdonságaival, főként ázsiai országok viszonyai között és részletes adatokat szolgáltatnak ilyen vonatkozásban. A rizs termesztésére szolgáló talajok fizikai tulajdonságaira vonatkozólag a szakirodalomban aránylag kevesebb közlemény található, ezek megállapításai is egymástól meglehetősen eltérőek. Számos közlemény szerint a rizs termesztésére használt talaj szerkezete árasztásos öntözés hatására szétbomlik, így STURGIS [34], KITA és KAWAGUCHI [19, 20, 22, 24], KAWAGUCHI és TARATANI [23] és más szerzők véleménye szerint. Ezzel szemben VAN DE GOOR [16] közleménye szerint az árasztásos öntözés akadályozza a talajszerkezet szétbomlását. Van olyan vélemény is [28], mely szerint a rizs termesztésével járó tartós vízborítás kedvezőtlenül hat a talaj fizikai sajátosságaira.

Fenti közlemények megállapításai alapján nem lehet egyértelműen azt állítani, hogy a rizstermesztés következtében minden esetben szétbomlik a talaj szerkezete.

Egyes szerzők véleménye szerint (PONNAMPERUMA [33]) a rizs termesztés

tésére használt talajokban a vízborítás jelentősen megváltoztatja a talaj mechanikai sajátságait, kötöttségét, képlékenységét, tömődöttségét stb. Ezek a változások a rizsnövény növekedése szempontjából igen fontosak, mivel az ársztott talajban a növénynek, illetve a növényi gyökérrendszernek kevesebb mechanikai akadályt kell legyőznie, mint a száraz talaj esetében. Természetes, hogy a mechanikai tulajdonságok megváltozása esetén az ezekben bekövetkező változások közvetlen hatást gyakorolnak a rizsgyökerek fejlődésére, illetőleg növekedésére.

A rizstermesztéssel kapcsolatban sok kutató vizsgálta a talajok víz-áteresztőképességét is. ALLISON [1], IKEDA és HARADA [17], SZABOLCS és LESZTÁKNÉ [30, 38] és mások közleményeiből ismerünk ilyen adatokat.

Egyes szerzők [39] véleménye szerint a rizs termesztésére használt talaj optimális vízáteresztőképessége 25 mm/nap, más szerzők azonban 13 mm/nap-os értékeket tartanak legkedvezőbbnek [10]. Valószínűnek látszik, hogy a különböző szerzők különböző körülmények között végezték kísérleteiket és ez is egyik oka az adatok nagy eltérésének. Magyarországon a rizs vízborításának részben talajtani, de főként növényélettani hatását vizsgálta PETRASOVITS [in 28].

A rizstalajok közismert csekély vízáteresztőképességét többen kapcsolatba hozták a vízfelhasználás gazdaságos voltával a rizs termesztése esetén. Ugyancsak sok kutató foglalkozott a vízborításnak és a rizsnövény gyökérrendszerének egyes kérdéseivel. Ezekre a vizsgálatokra vonatkozóan is megállapítható, hogy különböző körülmények között történtek. Az optimális vízáteresztőképesség megállapítása, a talaj sok más fizikai tulajdonságaival együtt, konkrét vizsgálatokat igényel.

Vizsgálataink során célul tűztük ki, hogy a rizstermesztésnek a talaj egyes fontos fizikai tulajdonságaira gyakorolt hatását tanulmányozzuk. Figyelmet kívántunk fordítani arra is, hogy a talaj fizikájának ilyen értelmű változásait a szikesedés folyamataitól függetlenül tegyük tanulmányozás tárgyává. Ez azért volt fontos, mert amennyiben szikesedés lép fel, az oly nagymértékben változtatja meg a talaj fizikai tulajdonságait, hogy ezek a változások nem tekinthetők a rizstermesztés következményeinek, hanem a szikesedés következményeinek, amely függetlenül az illető területen termesztett növénytől, vagy öntözési rendszertől bizonyos sófelhalmozódási, illetőleg kationcserélődési folyamatok közegetében szükségszerűen és igen intenzíven kihat a talaj fizikájára. Miután ebben a vonatkozásban az irodalomban számos közleménnyel és összefoglaló művekkel is találkozunk, a továbbiakban ezzel a kérdéssel nem foglalkozunk.

Célunk tehát az volt, hogy olyan területet válasszunk ki, ahol sem a rizstermesztés kezdetén, sem annak folyamán jelentős mértékű szikesedési folyamattal nem találkozunk. Ilyen körülmények között a rizstermesztés és az ezzel együtt járó vízborítás, illetve egyéb folyamatok következtében mód nyílt a talaj fizikájában történő változások vizsgálatára. Módszerünket azért választottuk meg a fentieknek megfelelően, mert tisztázni kívántunk néhány ellentmondásos kérdést is a rizstermesztésnek a talaj fizikai tulajdonságaira gyakorolt hatásával kapcsolatban. Így kívántuk közelebről megismerni, hogy a rizstermesztésnek közvetlenül milyen hatása van a talaj jellemző fizikai tulajdonságaira, milyen irányban és mértékben változtatja meg azokat a rizs hosszabb, vagy rövidebb ideig történő, vagy állandó termesztése.

Anyag és módszerek

Vizsgálataink céljára a Szarvasi Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet galambosi rizskísérleti telepén választottunk ki talajokat. Ezen a telepen három talajszelvény reprezentálja azokat a területeket, amelyeken a kísérletek folytak. Mindhárom talajszelvény réti talaj, amely típus a gazdaságban elfoglalt kiterjedt területén helyenként mélyen szolonyeces talajok is előfordulnak. A kísérletek lefolytatása alatt a rizs és a rizs vízborítása által érintett talajrétegeket a szikesedés jelentős mértékben nem érintette. A talajszelvények a következő területekről származnak:

1. Állandóan gabona, őszi búza vagy tavaszi árpa termesztése alatt álló talaj (1. szelvény).
2. 14 évi monokultúrás rizstermesztés alatt álló talaj (2. szelvény).
3. Rizs-borsó vetésforgóval hasznosított talaj (3. szelvény).

A minta-vétel időpontjai a következők voltak:

1. 1969. június (a rizstelepen árasztáskor).
2. 1969. október (rizsaratás után).
3. 1970. május (rizsvetés előtt).

Mindhárom mintavétel a talaj 0–60 cm-es rétegéből (10 cm-onként) történt.

1970. nyarán végeztük el a talajszelvény feltárását (120 cm mélységig), morfológiai megfigyeléseket és leírást, valamint genetikai rétegek szerinti talajmintavételt.

A mintavételt a következőképpen végeztük:

1. Mélyben szolonyeces réti talaj.
Talajvízszint mélysége: 130 cm.
Genetikai szintek:
 A_{sz} 0–16, A 16–37, B 37–75, B/C 75–100, C 100–120.
Mintavételi szintek: 0–10, 20–30, 45–55, 80–90, 100–110.
2. Mélyben szolonyeces réti talaj.
Talajvíz mélysége: 120 cm.
Genetikai szintek:
 A_{sz} 0–16, A 16–31, B 31–61, B/C 61–93, C 93–120.
Mintavételi szintek: 0–10, 20–30, 40–50, 70–80, 110–115.
3. Mélyben szolonyeces réti talaj.
Genetikai szintek:
 A_{sz} 0–10, A 10–38, B_1 38–61, B_2 61–98, C 98–120.
Mintavételi szintek: 0–10, 20–30, 45–55, 70–80, 100–110.

A fizikai tulajdonságok közül a talaj nedvességtartalmát, térfogatsúlyát, vízbefogadó- és vízáteresztőképességét a helyszínen vizsgáltuk meg. A talaj szerkezetét, fajsúlyát, pórustérfogatát, valamint a mechanikai és mikroaggregátum analíziseket a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Szikkutatási és Hasznosítási Osztályának laboratóriumában végeztük el. A fizikai vizsgálatoknál a következő analitikai módszereket alkalmaztuk:

1. Mechanikai és mikroaggregátum analízis KACSINSZKIJ módszerrel [25].
2. Makroaggregátumok meghatározása SZAVINOV módosított eljárásá-

1. tábl

A vizsgált talajok 1 : 5 arányú vizes

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Száras maradék %	(4) Izzítási maradék %	pH	(5) Elektromos vezető- képesség mmhos/cm	CO ₃ ²⁻
1969. VI.						
1.	0—10	0,092	0,029	7,7	0,185	∅
	10—20	0,099	0,040	7,7	0,185	∅
	20—30	0,094	0,37	7,3	0,209	∅
	30—40	0,101	0,033	7,6	0,222	∅
	40—50	0,105	0,041	7,4	0,216	∅
	50—60	0,126	0,040	7,8	0,259	∅
2.	0—10	0,098	0,028	7,2	0,197	∅
	10—20	0,099	0,043	7,8	0,209	∅
	20—30	0,125	0,053	7,8	0,234	∅
	30—40	0,142	0,056	8,1	0,308	ny.
	40—50	0,165	0,069	7,8	0,370	∅
	50—60	0,147	0,057	7,8	0,286	∅
3.	0—10	0,140	0,029	7,4	0,160	∅
	10—20	0,103	0,038	7,1	0,173	∅
	20—30	0,117	0,038	7,3	0,222	∅
	30—40	0,133	0,049	7,6	0,246	∅
	40—50	0,177	0,097	7,5	0,394	∅
	50—60	0,192	0,097	8,2	0,382	0,0012 0,0400

lázat

kivonatának elemzési eredményei

HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
%/mgé/100 g talaj						
0,0482	0,0040	0,0021	0,0130	0,0022	0,0040	0,0024
0,7901	0,1126	0,0438	0,6487	0,1809	0,1739	0,0614
0,0505	0,0032	0,0021	0,0105	0,0022	0,0070	0,0022
0,8278	0,0901	0,0438	0,5239	0,1809	0,3043	0,0563
0,0536	0,0040	0,0029	0,0103	0,0021	0,0098	0,0018
0,8786	0,1140	0,0604	0,5139	0,1726	0,4260	0,0460
0,0598	0,0040	0,0025	0,0082	0,0021	0,0130	0,0013
0,9803	0,1126	0,0521	0,4091	0,1726	0,5652	0,0332
0,0573	0,0040	0,0041	0,0033	0,0018	0,0190	0,0011
0,9393	0,1126	0,0854	0,1646	0,1480	0,8260	0,0281
0,0748	0,0040	0,0037	0,0025	0,0011	0,0275	0,0009
1,2262	0,1126	0,0771	0,1247	0,0904	1,1956	0,0230
0,0482	0,0040	0,0049	0,0100	0,0018	0,0085	0,0017
0,7901	0,1126	0,1021	0,4990	0,1480	0,3695	0,0435
0,0624	0,0040	0,0041	0,0082	0,0016	0,0145	0,0017
1,0229	0,1126	0,0854	0,4991	0,1316	0,6304	0,0435
0,0717	0,0040	0,0029	0,0050	0,0015	0,0220	0,0016
1,1754	0,1126	0,0604	0,2495	0,1233	0,9565	0,0409
0,0869	0,0044	0,0045	0,0032	0,0005	0,0355	0,0120
1,4245	0,1126	0,0937	0,1596	0,0411	1,5434	0,0306
0,0967	0,0048	0,0136	0,0022	0,0003	0,0440	0,0010
1,5852	0,1352	0,2833	0,1097	0,0246	1,9130	0,0255
0,0810	0,0040	0,0086	0,0030	0,0002	0,0355	0,0007
1,3278	0,1126	0,1800	0,1495	0,0164	1,5434	0,0179
0,0431	0,0043	0,0057	0,0108	0,0010	0,0095	0,0013
0,7065	0,1211	0,1187	0,5389	0,0822	0,4130	0,0332
0,0475	0,0038	0,0033	0,0090	0,0008	0,0120	0,0009
0,7786	0,1070	0,0687	0,4491	0,0657	0,5127	0,0230
0,0585	0,0055	0,0053	0,0042	0,0011	0,0230	0,0007
0,9590	0,1549	0,1103	0,2096	0,0904	1,0000	0,0179
0,0580	0,0054	0,0078	0,0033	0,0002	0,0290	0,0004
0,9508	0,1521	0,1265	0,1646	0,0164	1,2608	0,0102
0,0869	0,0062	0,0246	0,0030	0,0002	0,0465	0,0008
1,4246	0,1746	0,5125	0,1497	0,0164	2,0217	0,0205
0,0980	0,0061	0,0152	0,0029	0,0099	0,0440	0,0019
1,6065	0,1718	0,3166	0,1447	0,0740	1,9130	0,0486

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(m) Szárak maradék %	(4) Izftási maradék %	pH	(5) Elektromos vezető- képesség mmhos/cm	CO ₂ -
1969. X.						
1.	0—10	0,145	0,077	7,0	0,345	Ø
	10—20	0,110	0,041	7,6	0,222	Ø
	20—30	0,135	0,054	7,4	0,259	Ø
	30—40	0,113	0,043	7,5	0,222	Ø
	40—50	0,129	0,052	7,5	0,246	Ø
	40—60	0,172	0,079	7,7	0,345	Ø
2.	0—10	0,118	0,048	7,1	0,209	Ø
	10—20	0,107	0,077	7,2	0,234	Ø
	20—30	0,093	0,038	7,1	0,185	Ø
	30—40	0,125	0,059	7,2	0,258	Ø
	40—50	0,168	0,079	7,5	0,369	Ø
	50—60	0,167	0,071	7,2	0,333	Ø
3.	0—10	0,120	0,080	7,1	0,271	Ø
	10—20	0,116	0,050	7,2	0,246	Ø
	20—30	0,110	0,059	7,2	0,246	Ø
	30—40	0,166	0,090	7,2	0,857	Ø
	40—50	0,141	0,071	7,6	0,308	Ø
	50—60	0,171	0,108	7,4	0,382	Ø

1. táblázat folytatása

HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
%/mgéé/100 g talaj						
0,0688	0,0062	0,0057	0,0161	0,0033	0,0060	0,0025
1,1278	0,1746	0,1187	0,8033	0,2713	0,2608	0,0639
0,0508	0,0061	0,0037	0,0130	0,0031	0,0070	0,0016
0,8327	0,1718	0,0771	0,6487	0,2549	0,3043	0,0409
0,0475	0,0077	0,0074	0,0112	0,0021	0,0125	0,0030
0,7786	0,2169	0,1542	0,5588	0,1727	0,5434	0,0767
0,0588	0,0061	0,0049	0,0093	0,0031	0,0122	0,0015
0,9639	0,1718	0,1020	0,4641	0,2549	0,5304	0,0383
0,0681	0,0057	0,0057	0,0043	0,0020	0,0250	0,0011
1,1163	0,1605	0,1187	0,2146	0,1645	1,0869	0,0281
0,0795	0,0081	0,0107	0,0063	0,0012	0,0330	0,0031
1,3033	0,2281	0,2229	0,3144	0,0986	1,4347	0,0792
0,0441	0,0057	0,0103	0,0110	0,0019	0,0085	0,0016
0,7229	0,1605	0,2145	0,5489	0,1562	0,3695	0,0409
0,0559	0,0054	0,0082	0,0105	0,0022	0,0120	0,0021
0,9163	0,1521	0,1708	0,5239	0,1809	0,5217	0,0537
0,0490	0,0057	0,0049	0,0070	0,0008	0,0125	0,0015
0,8032	0,1605	0,1021	0,3493	0,0657	0,5434	0,0383
0,0684	0,0060	0,0065	0,0026	0,0012	0,0280	0,0013
1,1213	0,1690	0,1354	0,1297	0,0986	1,2173	0,0332
0,0972	0,0047	0,0115	0,0033	0,0002	0,0445	0,0014
1,5934	0,1324	0,2395	0,1646	0,0164	1,9347	0,0358
0,0887	0,0052	0,0078	0,0023	0,0003	0,0400	0,0012
1,4540	1,1465	0,1625	0,1148	0,0246	1,7391	0,0306
0,0503	0,0040	0,0197	0,0137	0,0025	0,0120	0,0015
0,8246	0,1127	0,4104	0,6836	0,2055	0,5217	0,0383
0,0583	0,0057	0,0098	0,0108	0,0023	0,0120	0,0012
0,9557	0,1605	0,2041	0,5389	0,1891	0,5217	0,0366
0,0639	0,0045	0,0065	0,0103	0,0017	0,0155	0,0012
1,0475	0,1267	0,1354	0,5139	0,1398	0,6739	0,0306
0,0526	0,0051	0,0337	0,0143	0,0006	0,0255	0,0009
0,8622	0,1436	0,7020	0,7135	0,0493	1,1086	0,0230
0,0733	0,0058	0,0082	0,0026	0,0008	0,0345	0,0009
1,2016	0,1633	0,1708	0,1297	0,0657	1,5000	0,0230
0,1024	0,0051	0,0103	0,0025	0,0002	0,0480	0,0008
1,6786	0,1436	0,2145	0,1247	0,0164	2,0869	0,0205

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége m	(3) Szárász maradék %	(4) Izzítási maradék %	pH	(5) Elektromos vezető- képesség mmhos/cm	CO ₃ ²⁻
1970. V.						
1.	0—10	0,104	0,048	7,9	0,209	Ø
	10—20	0,091	0,040	7,3	0,178	Ø
	20—30	0,094	0,011	7,3	0,184	Ø
	30—40	0,096	0,038	7,3	0,184	Ø
	40—50	0,096	0,037	7,8	0,160	Ø
	50—60	0,147	0,061	7,6	0,283	Ø
2.	0—10	0,110	0,067	7,9	0,271	Ø
	10—20	0,119	0,073	7,8	0,295	Ø
	20—30	0,125	0,061	8,0	0,258	ny.
	30—40	0,153	0,070	8,1	0,332	ny.
	40—50	0,180	0,085	8,2	0,357	ny.
	50—60	0,189	0,105	8,3	0,406	0,0069 0,2300
3.	0—10	0,087	0,047	7,9	0,209	Ø
	10—20	0,081	0,059	8,0	0,209	ny.
	20—30	0,089	0,045	8,1	0,209	0,0030 0,1000
	30—40	0,091	0,043	8,0	0,209	Ø
	40—50	0,087	0,052	8,0	0,209	Ø
	50—60	0,074	0,032	8,0	0,197	

1. táblázat folytatása

HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
% / mg-e/100 g talaj						
0,0596	0,0044	0,0037	0,0164	0,0029	0,0024	0,0014
0,9770	0,1239	0,0771	0,8183	0,2344	0,1043	0,0358
0,0570	0,0054	0,0012	0,0132	0,0023	0,0048	0,0015
0,9344	0,1521	0,0250	0,6586	0,1891	0,2087	0,0383
0,0594	0,0062	0,0020	0,0122	0,0027	0,0070	0,0017
0,9737	0,1746	0,0417	0,6087	0,2220	0,3043	0,0435
0,0640	0,0060	0,0025	0,0073	0,0028	0,0140	0,0009
1,0491	0,1690	0,0521	0,3642	0,2302	0,6087	0,0230
0,0483	0,0052	0,0025	0,0023	0,0006	0,0195	0,0007
0,7918	0,1465	0,0521	0,1147	0,0493	0,8478	0,0179
0,0845	0,0072	0,0041	0,0040	0,0006	0,0335	0,0009
1,3852	0,2028	0,0854	0,1996	0,0493	1,4565	0,0230
0,0672	0,0058	0,0140	0,0172	0,0041	0,0100	0,0022
1,1016	0,1634	0,2917	0,8582	0,3371	0,4348	0,0563
0,0618	0,0058	0,0201	0,0175	0,0040	0,0115	0,0023
1,0131	0,1634	0,4187	0,8732	0,3289	0,5000	0,0588
0,0807	0,0045	0,0078	0,0107	0,0025	0,0220	0,0021
1,3229	0,1267	0,1625	0,5339	0,2055	0,9565	0,0537
0,1002	0,0057	0,0086	0,0055	0,0013	0,0375	0,0019
1,6426	0,1605	0,1791	0,2744	0,1069	1,3304	0,0486
0,1096	0,0095	0,0115	0,0036	0,0013	0,0480	0,0104
1,7967	0,2676	0,2395	0,1796	0,1096	2,0869	0,0358
0,1147	0,0057	0,1520	0,0036	0,0007	0,0540	0,0011
1,8803	0,1605	0,3166	0,1796	0,0575	2,3478	0,0281
0,0462	0,0060	0,0074	0,0125	0,0026	0,0048	0,0009
0,7574	0,1690	0,1542	0,6237	0,2138	0,2087	0,0230
0,0494	0,0048	0,0066	0,0119	0,0025	0,0054	0,0009
0,8998	0,1352	0,1375	0,5938	0,2055	0,2348	0,0230
0,0491	0,0048	0,0066	0,0100	0,0032	0,0069	0,0008
0,8049	0,1352	0,1375	0,4990	0,2631	0,2999	0,2004
0,0494	0,0044	0,0049	0,0092	0,0038	0,0666	0,0007
0,8098	0,0239	0,1021	0,4590	0,3125	0,2869	0,0179
0,0426	0,0040	0,0062	0,0087	0,0031	0,0058	0,0007
0,6984	0,1127	0,1292	0,4341	0,2549	0,2522	0,0179
0,0441	0,0040	0,0074	0,0091	0,0034	0,0057	0,0007
0,7229	0,1127	0,1542	0,4540	0,2796	0,2478	0,0179

val, DVÖRACSEK és KLIMES-SZMIK szerint [3].

3. Egyes aggregátumok porozitása POLSZKIJ szerint [cit. 29].

4. A talaj térfogatsúlyának, fajsúlyának, porozitásának meghatározása KLIMES-SZMIK szerint [3] és a maximális higroszkóposság meghatározása MITSCHERLICH-módszerrel [3].

5. A különböző vízformákkal telt pórusok és a hervadási koeficiens számítása KACSINSZKIJ szerint [25].

6. A talaj vízáteresztőképessége, keretes és csöves módszerrel [36].

Annak igazolására, hogy a szikesedés nem zavarhatta a dolgozat tárgyát képező fizikai vizsgálatokat, elemzéseket végeztünk a vizsgált talajok 1 : 5 arányú vizes kivonataiból. Az 1. táblázat tartalmazza ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit mindhárom talajszelvény és mindhárom vizsgálati időpont vonatkozásában.

2. táblázat

A vizsgált talajok kicserélhető kationjai

(1) Szelvény száma és mintavétel időpontja	(2) Mintavétel mélysége cm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ az S %-ban ⁽³⁾
		mgé/100 g talaj				
1. 1969. VI.	0-10	24,95	6,66	0,73	1,26	2,1990
	10-20	24,95	6,66	0,82	1,22	2,4552
	20-30	23,20	5,01	1,00	1,07	3,3010
2. 1969. VI.	0-10	24,95	5,01	1,00	1,13	3,1150
	10-20	26,44	5,01	1,39	1,15	4,0920
	20-30	23,20	8,96	2,21	1,21	6,2280
3. 1969. VI.	0-10	25,44	5,34	1,21	0,92	3,7260
	10-20	25,94	5,75	1,39	0,72	4,1130
	20-30	23,95	8,05	2,26	0,79	6,4570
1. 1969. X.	3-10	24,45	4,85	1,00	1,06	3,1887
	10-20	24,95	5,34	1,00	1,03	3,0930
	20-30	24,95	5,26	0,91	1,09	2,8336
2. 1969. X.	0-10	23,95	5,01	1,04	1,03	3,3606
	10-20	23,95	5,75	1,04	1,07	3,2790
	20-30	22,70	7,89	1,65	1,09	4,9538
3. 1969. X.	0-10	26,44	6,49	1,30	0,92	3,7990
	10-20	25,44	6,24	1,43	0,74	4,2369
	20-30	29,44	3,74	1,58	0,60	4,4865
1. 1970. V.	0-10	27,69	3,33	0,45	0,80	1,4100
	10-20	27,69	3,82	0,78	0,83	2,3622
	20-30	28,44	5,22	1,02	0,89	2,8715
2. 1970. V.	0-10	26,94	3,74	1,04	0,90	3,1976
	10-20	26,94	3,74	1,17	0,90	3,5833
	20-30	26,94	5,01	2,02	0,94	5,7878
3. 1970. V.	0-10	29,44	4,23	0,78	0,66	2,2283
	10-20	29,44	4,56	0,78	0,67	2,2690
	20-30	29,44	5,83	0,84	0,70	2,3019

Mint az 1. táblázat adatai jól mutatják, nem találtunk olyan mértékű sófelhalmozódást a vizsgált szintekben, sem a kísérlet elején, sem annak folyamán, sem pedig a kísérlet végén, amely szikesedésnek nevezhető lenne.

Ugyancsak a fenti célból végeztük el a szóbanforgó talajszelvények kicserélhető kationjainak vizsgálatait is, amelynek eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Ezek a vizsgálatok ugyancsak felölelték mindhárom talajszelvény felső szintjeit és mindhárom vizsgálati időszakban meghatároztuk a kicserélhető kationokat.

Mint a 2. táblázat adatai mutatják, a talajok kicserélhető kationjai között nincsenek olyan értékek, amelyek a szolonyec típusú szikesedés jelentős megjelenését bizonyítanák. Csupán egyetlen talajszelvény esetében a második és utolsó mintavételi időszakban haladja meg az S érték 5 %-át a kicserélhető Na mennyisége, de ezt is csak kismértékben, úgyhogy a többi adatokkal összevetve ennek a közvetlen hatása jelentősnek nem tekinthető.

3. táblázat

A vizsgált talajok mechanikai összetétele %-ban

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Higrosz- rósko- vesztés nedves- ség %	(4) Sósavas vesztés %	(5) zemszeméret mm						(6) Fizikai homok	(7) Fizikai agyag
				1—0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	<0,001		
1.	0—10	4,43	3,98	0,84	4,59	33,09	10,44	11,74	35,32	33,52	57,50
	20—30	4,42	4,11	0,81	5,19	32,01	9,74	15,43	32,71	33,01	57,88
	45—55	6,13	2,98	0,10	0,85	25,31	11,10	14,77	44,89	26,26	70,76
	80—90	4,13	14,19	0,06	2,88	31,77	7,48	12,75	31,07	34,71	51,10
	100—110	3,71	14,91	0,91	0,14	32,46	10,90	11,50	29,18	33,51	51,58
2.	0—10	5,10	3,09	0,41	4,04	33,39	8,27	13,30	37,50	37,84	59,07
	20—30	4,49	4,06	0,35	3,30	28,84	10,06	15,59	37,80	32,49	63,45
	40—50	6,68	2,62	0,03	0,59	26,30	10,57	14,23	45,57	26,92	70,46
	70—80	5,26	9,59	0,08	1,09	26,48	10,61	14,87	37,28	27,65	62,76
	100—115	3,93	11,50	0,07	1,83	26,07	9,39	16,41	34,73	27,97	60,53
3.	0—10	4,70	3,38	0,31	1,60	35,03	7,32	16,47	35,89	36,94	59,68
	20—30	4,85	3,36	0,28	0,49	35,35	10,61	13,41	39,50	33,12	63,52
	45—55	5,81	2,71	0,03	0,66	24,38	10,28	16,27	45,67	25,07	72,22
	70—80	5,33	8,12	0,03	1,05	30,00	8,06	16,21	36,53	31,08	60,80
	100—110	4,21	19,10	0,03	1,06	26,96	7,43	15,85	29,57	28,05	52,85

Vizsgálati eredmények és azok értékelése

Mechanikai összetétel vizsgálatok

Mechanikai összetétel szempontjából, amint ez a 3. táblázatból is kiténik, a 2. és 3. szelvényben (rizstermesztés alatt álló talaj) a fizikai agyag és az 1 μ -nál kisebb agyagfrakció mennyisége nagyobb értéket mutat, mint az 1. szelvény esetében. Ennek oka: az intenzív mállás, az időszakos száradás-nedvesedés, a rizsgyökér tömegének mechanikai hatása. Az intenzív mállást az is előidézi, hogy a talajlevegő és a talajoldat CO₂-tartalma anaerob folyamatok körülményei között megnövekedhet [14].

Mindhárom szelvényben a felhalmozódási szintek (30—45 cm) fizikai agyag tartalma a legnagyobb (72,70%).

A 2. szelvénynél a felhalmozódási rétegtől lefelé haladva nagy fizikai agyag tartalom figyelhető meg (66%), ami az öntözővíz kimosó hatásával magyarázható az állandó rizskultúra körülményei között. Különösen érvényes ez a 2. és 3. szelvény 20–30 cm-es rétegében, ahol az agyagtartalom 5–8%-kal nagyobb, mint az 1. szelvény azonos rétegében. Ez a jelenség a rizstermesztés alatt álló talajban az eketalp réteg kialakulásának jellegzetessége.

Három talajszelvényben és három különböző időszakban (árasztáskor, aratás után, és vetés előtt) végeztük el a mikroaggregátumok mennyiségének vizsgálatát.

A 4. táblázat adatai alapján, az 1. szelvényben a különböző méretű mikroaggregátumok mennyisége csaknem változatlan a fenti három időszakban.

A 2. szelvényben a tavaszi árasztáskor a 0,001 mm-nél kisebb méretű aggregátumok nagyobb, a 0,25–0,05 mm méretűek csak kisebb arányban fordulnak elő. Különösen megfigyelhető ez a mélyebb (30–60 cm) rétegekben.

Az őszi aratás után az agyag mennyisége kissé csökken, míg a 0,25–0,05 mm méretű mikroaggregátumok mennyisége növekvő tendenciát mutat. Ez a változás azonban nem jellemző mindkét (2. és 3.) talajszelvény esetében.

A következő tavasszal a vetés előtt (2. szelvény) és a borsóaratás után (3. szelvény) a mikroaggregátumok mennyiségének változása mindkét szelvényben olyan jellegű, mint az előbbi esetben. A 3. szelvénynél ez a változás nagyobb mértékű. Világosan megmutatkozik az agyagmennyiség csökkenése és a 0,25–0,05 mm átmérőjű mikroaggregátumok mennyiségének növekedése. Ezek a változások a következőképpen magyarázhatók: A rizstermesztés alatt álló talaj esetében az árasztáskor a morzsák peptizálódnak [21, 23, 24]. Az aratás után és a két tenyészidőszak közötti szünet alatt a morzsák mennyisége a fenti módon változik, ami az anaerob és aerob folyamatok alakulásával magyarázható. A hosszú ideig tartó árasztás után az aratás előtt lecsapolják a vizet. Az anaerob folyamatokat a talajban fokozatosan aerob folyamatok váltják fel. A mikrobiológiai aktivitás megnövekszik, oxidációs folyamatok mennek végbe és a ragasztóanyagok mennyisége nő. Ennek következtében új morzsák alakulhatnak ki.

A rizs-borsó vetésforgó talaja esetében a morzsák kialakulása különösen intenzív. Ismeretes, hogy szántóföldi növények közül az évelő füvek, valamint a fűves pillangós keverékek gyökereinek van legjobb hatásuk a talaj fizikai állapotára [2, 4].

Ahhoz, hogy e kérdés világosabbá váljék, meghatároztuk a KACSINSZKIJ-féle diszperzitási tényezőt [26], a mechanikai összetétel és a mikroaggregátumok elemzése alapján, különböző szerkezetű talajok esetében. Kacsinszkij javaslata szerint a diszperzitási tényezőt a következő egyenlettel lehet jellemezni.

$$S = \frac{100 \cdot a\%}{b}$$

ahol: a = mikroaggregátum analízise során meghatározott agyagfrakció mennyisége.

b = mechanikai analízis során meghatározott agyagfrakció mennyisége.

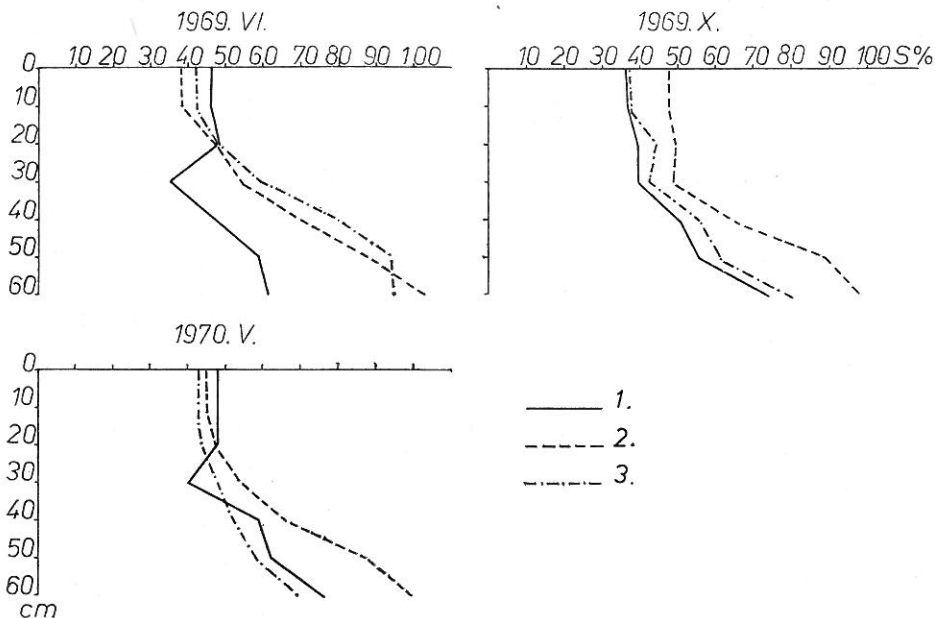
4. táblázat
A vizsgált talajok mikroaggregátum összetétele %-ban

(1) Szelvány száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Higrosz- kópos ned- vesség %-ban	(4) Mikroaggregátum frakció mm						(5) Fizikai homok	(6) Fizikai agyag	
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001			
1969. VI.	1.	0-10	4,20	2,35	15,88	55,85	10,99	11,45	3,48	74,08	25,92
		10-20	4,11	2,76	17,46	53,36	10,85	11,89	3,68	73,58	26,42
		20-30	3,98	3,12	18,63	59,17	7,68	8,82	3,12	80,92	19,08
		30-40	4,15	2,93	19,85	49,49	12,49	11,04	4,20	72,27	27,73
		40-50	4,86	2,46	15,43	44,57	14,90	17,05	5,59	62,46	37,54
		50-60	4,90	1,31	8,76	52,78	14,11	16,65	6,39	62,85	37,15
	2.	0-10	4,48	3,77	15,90	51,29	9,97	14,50	4,57	77,96	23,04
		10-20	4,28	3,15	17,74	51,34	11,25	21,28	4,24	72,23	27,77
		20-30	4,83	3,11	13,48	49,54	12,22	15,66	5,99	66,13	33,87
		30-40	5,46	0,67	7,71	46,65	14,99	22,39	7,59	55,03	44,97
		40-50	5,48	0,28	2,25	33,87	14,14	31,66	17,80	36,40	63,60
		50-60	5,27	0,15	0,86	30,94	9,64	17,57	40,84	31,95	68,05
	3.	0-10	4,38	2,80	16,32	55,23	7,62	15,10	2,93	74,35	25,65
		10-20	4,44	3,27	18,23	51,20	10,75	13,52	3,03	72,70	27,30
		20-30	4,70	3,50	16,79	49,77	11,88	14,54	3,52	70,06	29,94
		30-40	5,36	0,65	1,25	44,45	13,32	29,95	10,38	44,35	53,65
		40-50	5,36	0,17	1,92	28,40	10,82	26,98	31,71	30,49	69,51
		50-60	5,52	0,34	1,57	32,93	11,63	36,33	17,20	34,84	65,16
1969. X.	1.	0-10	3,87	4,01	20,01	55,87	9,94	8,36	1,81	79,89	20,11
		10-20	3,95	3,31	17,01	57,90	11,74	8,00	2,04	78,22	21,78
		20-30	3,99	3,74	17,69	58,04	10,96	7,11	2,46	79,47	20,53
		30-40	4,47	5,00	14,51	53,90	9,45	13,43	3,71	73,41	26,59
		40-50	4,98	5,13	15,65	45,67	11,54	17,16	4,85	66,45	33,55
		50-60	4,20	0,59	5,74	47,71	13,53	24,44	7,99	54,04	45,96
	2.	0-10	4,42	3,47	16,27	52,22	13,42	12,47	2,15	71,96	28,04
		10-20	4,31	2,91	17,88	49,99	12,30	13,02	3,90	70,78	29,22
		20-30	4,40	3,66	16,74	50,71	10,91	14,24	3,74	71,11	28,89
		30-40	5,32	1,16	12,76	43,24	12,59	20,37	9,88	57,16	42,84
		40-50	5,23	0,39	1,49	40,29	13,47	31,75	12,61	42,17	57,83
		50-60	4,78	0,18	0,02	35,19	9,22	21,29	34,10	35,39	64,61
	3.	0-10	4,37	4,00	17,74	56,26	9,76	9,57	2,67	78,00	22,00
		10-20	4,21	4,09	19,09	50,70	11,31	11,66	3,15	73,88	26,12
		20-30	4,26	5,14	18,82	50,74	8,72	13,26	3,32	74,70	25,30
		30-40	5,49	3,78	15,56	43,10	12,06	19,57	5,93	62,44	37,56
		40-50	5,64	1,16	13,49	42,64	12,74	23,01	6,96	57,29	42,71
		50-60	4,56	0,29	3,84	38,84	12,39	32,84	11,80	42,97	57,03
1970. V.	1.	0-10	4,76	4,27	19,34	50,89	12,16	10,53	2,81	74,50	25,50
		10-20	4,68	3,22	16,52	54,56	9,57	13,32	2,81	74,30	25,70
		20-30	5,08	5,00	22,62	48,25	10,36	11,28	2,49	75,87	24,13
		30-40	4,49	3,47	20,37	43,91	10,87	16,39	4,99	67,75	32,25
		40-50	5,60	1,55	15,66	42,68	12,47	20,68	6,96	59,89	40,11
		50-60	6,20	0,33	3,85	44,71	14,00	26,72	10,39	48,89	51,11
	2.	0-10	4,89	4,76	21,58	47,67	10,15	12,77	3,07	74,01	25,99
		10-20	5,00	3,69	18,38	50,36	10,60	12,84	4,13	72,43	27,57
		20-30	5,15	3,20	15,85	48,95	11,13	15,88	4,99	68,00	32,00
		30-40	5,34	1,73	11,44	45,82	16,41	17,17	7,43	58,99	41,01
		40-50	6,16	0,48	4,21	36,91	12,34	31,46	14,60	41,60	58,40
		50-60	5,51	0,17	1,81	30,88	9,65	26,52	30,97	32,86	67,14

1. táblázat folytatása

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Higros- kópos ned- vesség %-ban	(4) Mikroaggregátum frakció mm						(5) Fizikai homok	(6) Fizikai agyag
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001		
3.	0-10	5,28	4,18	21,87	48,19	9,72	12,13	3,91	74,24	25,76
	10-20	5,43	2,74	21,02	48,66	10,00	13,70	3,88	72,42	27,58
	20-30	5,92	4,96	15,80	48,10	10,29	15,82	5,03	68,86	31,14
	30-40	6,16	3,85	15,25	46,06	9,16	19,38	6,30	65,16	34,89
	40-50	5,94	1,74	17,61	43,04	12,25	17,09	8,27	62,39	37,61
	50-60	5,64	2,05	13,94	50,03	10,72	16,73	6,53	66,02	33,98

E vizsgálatok eredményeit az 1. ábra tünteti fel. Az 1. ábrán látható, hogy az állandó rizstermesztés hatására a diszperzitási tényező jelentős mértékben nő, különösen árasztáskor és aratás után. A két vegetációs időszak közötti szünetben a diszperzitási tényező csökkent, de ez a változás nem jellemző. A rizs-borsó vetésciklus területén, különösen borsótermesztés után, a diszperzitási tényező igen jelentős mértékben csökkent.



1. ábra

A vizsgált talajok Kacsinszki-féle diszperzitási tényezője (S)

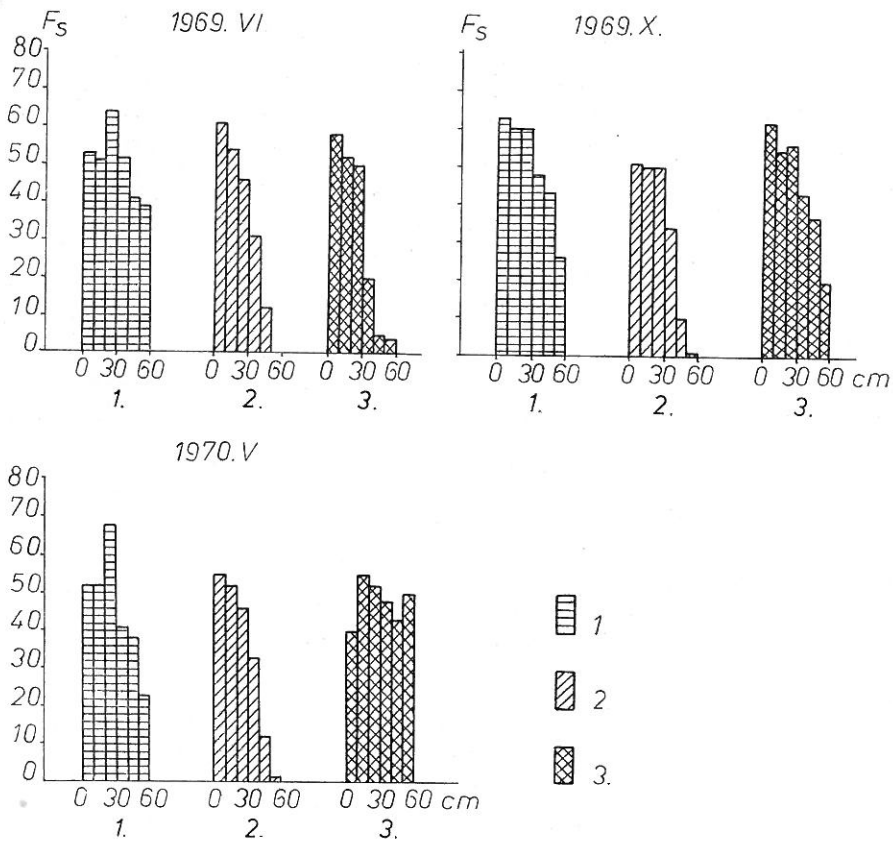
A talajmintákból elvégeztük a VAGELER-féle struktúra faktor meghatározását is. Ez a VAGELER [in 26] által javasolt tényező egyenes arányban van a mikroaggregátum vízállóságával.

$$F_s = \frac{(a - b)100}{a}$$

ahol: F_s = VAGELER-féle struktúra faktor,
 a = az irreverzibilis mikroaggregátumok mennyisége, a mechanikai elemzés alapján.
 b = az irreverzibilis mikroaggregátumok mennyisége, a mikroaggregátumok elemzése alapján.

Ezeknek az elemzéseknek az eredményeit a 2. ábrán mutatjuk be. Az adatok az 1. ábrán bemutatott vizsgálati eredményekkel teljes összhangban vannak.

A VAGELER-féle struktúra faktor értékei jól mutatják, hogy ez a faktor legalacsonyabb a mélyebb szintekben, különösen a több éves rizstermesztés alatt álló területen. A rizs-borsó vetésforgóval takart talajon a struktúra faktor megnövekszik aratás után és különösen borsótermesztés után jelentős a növekedés minden talajrétegben.



2. ábra

A vizsgált talajok Vageler-féle struktúra faktora (F_s)

A morzsák vízállósága a talaj egyik fontos jellemzője, s különösen fontos a gyakorta elárasztott, rizstermesztésre használt talaj esetében [13, 18]. Meg kell jegyeznünk, hogy a talajban gyakran található igen stabil szerkezeti elemeket, prizmás vagy poliéderez szerkezetet, amelyek azonban agronómiai értelemben mégsem tekinthetők értékes szerkezetnek. Ezek a szerkezeti elemek a vizet és a levegőt nem megfelelő arányban tartalmazzák pórusaikban [35].

A három különböző kísérleti variánsként szolgáló talajban meghatároztuk a vízálló morzsák mennyiségét. A mintavételeket a talaj 0–30 cm-es rétegéből (10 cm-enként) végeztük el.

5. táblázat

A vizsgált talajok aggregátum analízise, %-ban

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Tartós morzsák mérete, mm				(4) Összes morzsák	(5) Por
		> 2	2–1	1–0,5	0,5–0,25		
1.	0–10	2,79	7,30	6,00	24,04	41,37	58,87
	10–20	2,38	7,67	7,32	23,97	41,31	58,69
	20–30	1,84	6,24	6,33	25,76	40,17	59,83
2.	0–10	1,64	4,01	4,28	25,04	34,97	65,03
	10–20	2,23	7,03	6,96	30,54	46,66	53,24
	20–30	2,28	9,32	7,89	29,87	49,36	50,64
3.	0–10	1,59	5,88	7,53	28,43	43,43	56,55
	10–20	1,48	4,79	6,33	26,14	38,74	61,26
	20–30	1,12	9,28	9,05	22,46	41,91	58,09

Az 5. táblázat adatai a vízálló morzsák mennyiségét mutatják a három talajszelvényben. A vizsgálati eredmények alapján látható, hogy az 1. szelvény-nél (nem öntözött talaj) a felső rétegben (0–10 cm) az 1 mm-nél nagyobb átmérőjű morzsák mennyisége 11%. A kisebb átmérőjű részecskék mennyisége (1–0,25 mm) 30% körül van. A mélyebb rétegekben (10–20, 20–30 cm) az 1 mm-nél nagyobb morzsák mennyisége fokozatosan csökken.

A 2. szelvény esetében (állandóan rizstermesztés alatt) a felszíni mintákban az 1 mm-nél nagyobb átmérőjű morzsák mennyisége 5%-kal kisebb, mint az 1. szelvény hasonló rétegében. A kisebb méretű morzsák mennyisége viszont ugyanúgy kb. 30%. A 2. szelvény felszíni rétegében az összes morzsák mennyiségének csökkenése az 1. szelvényhez viszonyítva legalább 7%-os. A mélyebb rétegekben a különböző méretű vízálló morzsák, valamint az összes morzsák mennyisége nagyobb, mint az 1. szelvény-nél.

A 3. talajszelvényben a vízálló morzsák mennyiségének változása hasonló képet mutat, mint a 2. szelvényben.

Vizsgálataink szerint az aggregátumok vízállósága mindhárom talajszelvényben csekély és jelentős mértékben növekszik a porfrakció mennyisége.

A fenti vizsgálati eredményeket a rizstermesztés alatt álló talajban kialakult különleges körülményekkel magyarázhatjuk. A rizstermesztés folyamatában a talaj állandóan vízborítás alatt van. Ez anaerob folyamatokat hoz létre a talajban. Állandóan redukációs folyamatok uralkodnak. A vas és mangán vegyületek, amelyek fontos szerepet játszanak a morzsák kialakulásá-

6. táblázat

A vizsgált talajok pórusrviszonyai

(1) Szelvényszám és mintavétel mélysége cm	(2) Fajsúly	(3) Tér- fogat- súly	(4) Porozitás %								
			(5) Összes	(6) Egyes mor- zsákban	(7) Morzsák összes- ségében	(8) Morzsák között	(9) Kapil- lárís	(10) Lazán kötött	(11) Szilár- dan kötött	(5) Össze- sen	(12) Levegő (kapil- lárís teltő- désnél)
1.											
0—10	2,66	1,22	54,13	32,10	21,68	32,45	27,05	4,27	6,48	37,80	16,33
10—20	—	—	—	31,00	22,55	27,37	—	—	—	—	—
20—30	2,67	1,46	45,31	30,05	23,49	21,82	23,17	5,37	8,96	37,50	7,76
45—55	2,71	1,60	40,95	—	—	—	13,44	7,67	12,78	33,89	7,06
80—90	2,71	1,50	44,64	—	—	—	20,10	5,77	9,62	35,49	9,15
100—110	2,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.											
0—10	2,70	1,46	46,77	29,60	22,37	24,40	28,80	5,72	9,55	44,03	2,74
10—20	—	—	28,70	28,62	24,56	—	—	—	—	—	—
20—30	2,66	1,50	43,60	26,00	19,81	23,79	24,39	6,48	10,81	41,67	1,93
40—50	2,77	1,55	44,04	—	—	—	20,10	7,56	12,60	40,26	3,78
70—80	2,76	1,52	44,93	—	—	—	16,54	6,68	11,14	34,36	10,57
100—100	2,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.											
0—10	2,67	1,42	46,81	29,50	22,26	24,55	27,68	5,68	8,83	43,18	3,62
10—20	—	—	—	28,62	22,32	22,40	—	—	—	—	—
20—30	2,65	1,52	42,64	27,70	22,00	20,64	24,32	5,90	9,82	40,04	2,60
45—55	2,71	1,54	43,33	—	—	—	15,48	7,26	12,10	34,48	8,85
70—80	2,72	1,53	43,75	—	—	—	17,85	6,67	11,11	35,63	10,53
100—110	2,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ban mint ragasztó anyagok, redukciós folyamatok között feloldódnak a vízben. Emellett egyes szerves anyagok is oldódnak a víz hatására. Ennek következtében a több éve rizstermesztés alatt álló talajban a vízálló morzsák mennyisége csökken. Vizsgálatainknál valószínűleg álmorzsákkal kell számolnunk, mivel a 10—20, 20—30 rétegekben a vízálló morzsák aránya a több éves rizstermesztés után nagyobb, mint a nem öntözött talajban. Itt tehát a morzsák legnagyobb része nem organominerális anyagok által, hanem főként szervesetlen agyagkolloidok cementáló tulajdonságának következtében összeragasztott morzsa volt [9, 11, 12].

Porozitás vizsgálatok

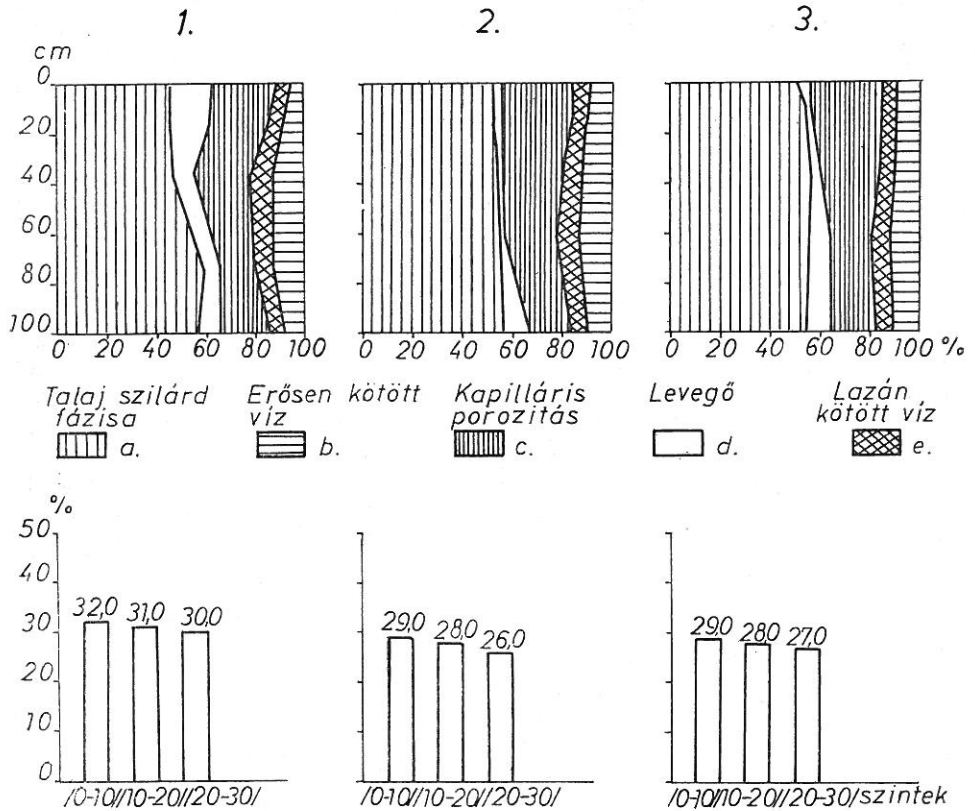
Szoros összefüggés áll fenn a talaj porozitása és szerkezete között. A talaj jó szerkezete azzal jellemezhető, hogy a morzsák porozitálásában megfelelő a víz és levegő aránya. Az öntözött talaj szerkezetének vizsgálatából ezért nem maradhat ki a talaj porozitás viszonyainak részletes elemzése seml. A talajporozitás vizsgálatoknál az ún. differenciális porozitás alapján a talaj összes porozitását több tényező alapján jellemeztük: kapilláris poro-

zítás, a lazán és erősen kötött víz által elfoglalt porozitás, végül a levegő porozitás [35] által.

Agronómiai szempontból természetesen az a kedvező eset, amikor az erősen kötött víz által elfoglalt porozitás értéke kicsi és a kapilláris porozitás értéke nagy, emellett az aerációs porozitás mértéke az összes porozitásnak legalább 20%-a [26]. Ebben az ideális esetben a talaj jó vízáteresztőképességgel rendelkezik és a növények által hasznosítható vízkészlet diapazonja széles. Emellett kedvező a levegőzöttség mértéke is. Az általunk tanulmányozott talajok differenciális porozitás vizsgálati eredményei a 3. ábrán és a 6. táblázatban láthatók.

A 3. ábrán látható, hogy az összporozitás viszonylag legnagyobb az 1. szelvény esetében. Különösen jól látható ez a szelvény felszíni (0–10 cm) rétegében. Az összporozitás nagy, a morzsákban levő víz és levegő tartalom aránya megfelelő.

A 2. és 3. szelvény esetében a porozitás sokkal kisebb, különösen a felszíni rétegben, ahol a levegő porozitás aránya 4–5-ször kisebb, mint az 1. szelvényben. Ez a jelenség azt mutatja, hogy a talajszerkezet szétbomlik a



3. ábra

A vizsgált talajok differenciális és az egyes aggregátumok porozitása

7. táblázat

Aggregátumok porozitása %-ban

(1) Szelvény száma és mintavétel mélysége	(2) Frakció mérete, mm	(3) Porozitás %	(1) Szelvény száma és mintavétel mélysége	(2) Frakció mérete, mm	(3) Porozitás %	(1) Szelvény száma és mintavétel mélysége	(2) Frakció mérete, mm	(3) Porozitás %
1. 0-10	10-5	40,58	2. 0-10	10-5	34,71	3. 0-10	10-5	34,58
	5-3	29,88		5-3	28,74		5-3	29,06
	3-1	28,99		3-1	27,29		3-1	27,17
	1-0,5	28,86		1-0,5	27,67		1-0,5	27,11
10-20	10-5	40,49	10-20	10-5	32,35	10-20	10-5	33,08
	5-3	28,42		5-3	27,37		5-3	27,09
	3-1	27,11		3-1	27,06		3-1	27,06
	1-0,5	27,98		1-0,5	27,92		1-0,5	27,26
20-30	10-5	37,85	20-30	10-5	29,28	20-30	10-5	31,00
	5-3	30,82		5-3	24,04		5-3	26,81
	3-1	27,61		3-1	25,05		3-1	26,16
	1-0,5	26,92		1-0,5	24,74		1-0,5	26,77

vízborítás hatására. Az erősen kötött víztartalom viszont nagyobb, az 1. szelvényhez viszonyítva. E körülmények megfelelnek a 2. szelvény mechanikai összetételének. Minél nehezebb a talaj mechanikai összetétele és minél nagyobb az erősen kötött víztartalom, annál kisebb a hasznos víz mennyisége. Ezzel ellentétben, minél nagyobb a kapilláris víz mennyisége, annál értékesebb a talaj mezőgazdasági hasznosítás szempontjából.

A 3. ábra alapján a 2. és 3. szelvényben a kapilláris porozitás nagyobbak látszik, mint az 1. szelvényben, ez azonban nem jelent előnyös talajfizikai tulajdonságokat, mert ellenkezik a fent elmondottakkal. Ennek oka a talaj vízkapacitásának meghatározásával függ össze, ugyanis a kapilláris pórusteret alatt a kapillárisan vízzel telt talajminta nedvességtartalmát értjük. Az összporozitás és a kapilláris pórusteret különbsége a nem kapilláris pórusteret adja. A duzzadás következtében a talaj térfogata megnagyobbodik és így a kapilláris pórusteret is nagyobb lesz [5].

Amikor meghatározzuk a vízkapacitást a felső rétegben, a nedvességtartalom nemcsak meghaladja a maximális vízkapacitást, hanem ezt jóval felülmúlja, ezért a vízkapacitás és a kapilláris víz értéke is nagyobb lesz, mert a talaj felső szintjében a talajrészecskék megduzzadnak.

A 3. ábrán és 6. táblázatban levő adatok azt mutatják, hogy az összporozitás csökkenése mellett a különböző mértékű aggregátumok porozitása szintén csökkent, legalább 1-3%-kal. Ezzel egyidejűleg bizonyos mértékben csökkent az aggregátumok közötti porozitás is.

Meghatároztuk az egyes morzsák porozitását is. Meg kell jegyeznünk, hogy noha az egyes aggregátumok porozitása igen szűk határokon belül változik, ez a néhány százalékos változás a talaj tulajdonságaira nézve jelentős különbséget eredményezhet [35].

A 7. táblázat adatai szerint a különböző méretű morzsák porozitása általában mindhárom szelvény esetében jellemző módon csökken a mélységgel.

A különböző méretű morzsák porozitásának mértéke mindhárom talajszelvény esetében legnagyobb a 0–10 cm-es felszíni rétegben és legkisebb a 20–30 cm-es rétegben.

A 7. táblázat adatai szerint a több éve rizstermesztés alatt álló talaj és a búzatermesztés alatt álló talaj között nagy különbség van az 5–10 mm átmérőjű morzsák porozitásának értékében. Ennek értéke a rizstermesztés alatt álló talajban 6–7%-kal kisebb, mint a búzatermesztés alatt álló talajban.

Az 1. szelvény különböző méretű morzsáinak porozítása, valamint az ok mélységbeli eloszlása között jelentős különbségeket tapasztaltunk, míg ez a jelenség a rizstermesztés alatt álló talajban alig tapasztalható. Természet-szerűleg ezek a különbségek különböző formában nyilvánulnak meg, lényegé-
ben azonban a kisebb méretű morzsák porozítása kisebb, mint a nagyobbaké.

Vízgazdálkodási tulajdonságok

A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai közül meghatároztuk a maximális higroszkópositást, a hervadási koefficiens, a talaj maximális és minimális vízkapacitását és a vízáteresztőkéességét.

A 8. táblázat adatai alapján érdemes kiemelni, hogy a 2. szelvény eseté-
ben legnagyobb a holtvíz tartalom, az 1. szelvény esetében pedig a legkisebb, gyakorlatilag minden rétegben. A holtvíz tartalom mindhárom szelvény B szintjében viszonylag a legnagyobb.

A talaj felszínén mért maximális vízkapacitás %-ban kifejezett értéke az 1. szelvénynél a legnagyobb, a 3. szelvénynél a legkisebb. A fenti érték 20–30 cm mélységtől lefelé haladva kismértékben nő a 2. és 3. szelvény esetében.

8. táblázat

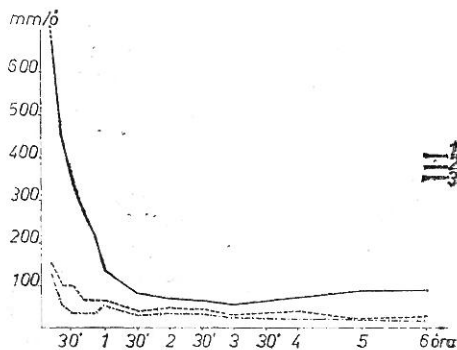
A vizgált talajok vízgazdálkodási tulajdonságai

(1) Szelvény száma	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Légszáraz nedvesség	(4) Maximális higrosz- kóposság	(5) Hervadási koefficiens	(6) Szabad- földi VK %	(7) Aktív víz %	(8) VK _{min} %	(9) VK _{max} %
			Hy	B	A	A–B		
1.	0–10	4,43	8,76	13,14	28,03	14,89	29,75	35,31
	20–30	4,42	9,21	13,82	29,69	15,87	25,89	29,63
	45–55	6,13	11,99	18,00	26,48	8,48	21,28	25,54
	80–90	4,13	9,62	14,43	27,57	13,14	27,91	28,81
	100–110	3,71	8,75	13,13	—	—	—	—
2.	0–10	5,10	9,80	14,70	34,71	19,71	24,80	25,60
	20–30	4,49	10,80	16,20	32,46	16,26	26,10	26,50
	40–50	6,68	12,20	18,30	29,25	10,95	29,78	30,32
	70–80	5,26	11,00	16,50	27,38	10,88	28,88	28,87
	100–115	3,94	10,07	15,11	—	—	—	—
3.	0–10	4,70	9,33	14,00	34,19	20,19	21,84	24,68
	20–30	4,85	9,69	14,55	30,54	16,00	26,65	28,25
	45–55	5,81	12,10	18,15	28,47	10,32	26,25	27,13
	70–80	5,33	10,90	16,32	28,02	11,67	26,72	27,00
	100–110	4,21	9,09	13,65	—	—	—	—

A minimális vízkapacitási értékek változása hasonló a maximális vízkapacitáshoz.

A talaj egyik legfontosabb jellemző tulajdonságát, a vízáteresztőképességet a talaj felszínén, kis területek elárasztásával és csöves módszerrel határoztuk meg.

A 4. ábra jól mutatja, hogy a vízáteresztőképesség az 1. szelvénynél kezdetben igen nagy, azután az első órában fokozatosan csökken, a 2. órában a csökkenés lassabbá válik, a 3. órában már nem számottevő. Az 5. és 6. órában ismét növekvő tendenciájú.



4. ábra

A vizsgált talajok vízáteresztőképessége (kis területek elárasztásának módszere)

A vízáteresztőképesség a 2. és 3. szelvényben csaknem azonos. E szelvények vízáteresztőképessége kezdetben is aránylag csekély, majd pedig fokozatosan csökken és a 4. vagy 6. órában értéke állandósul.

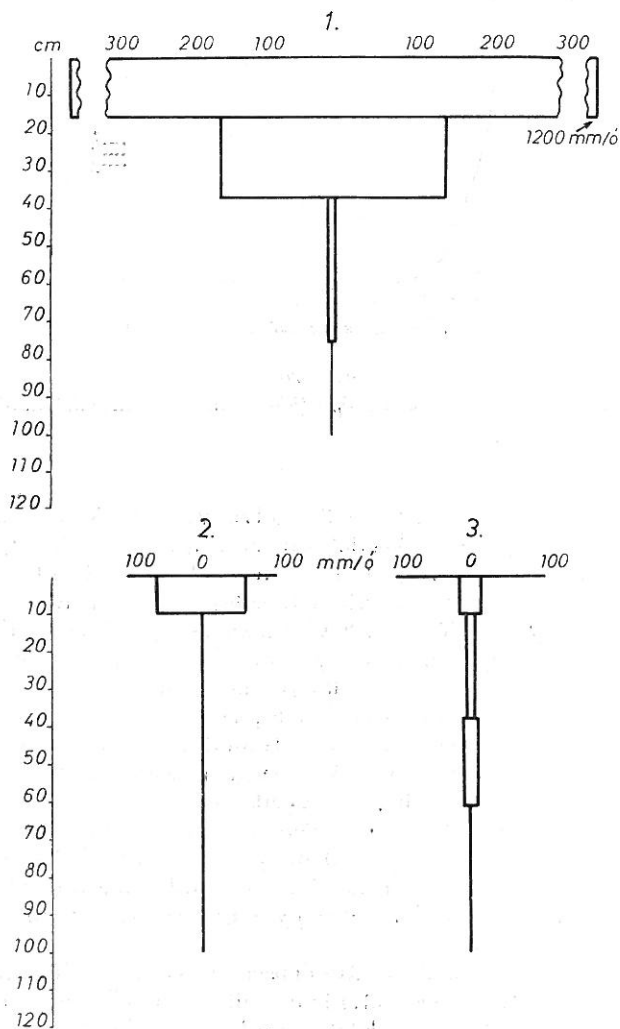
Ismeretes, hogy egyes esetekben a talaj nagy repedései befolyásolják a vizsgálati eredményeket. Ezért a KACSINSZKIJ-féle csöves módszert is alkalmaztuk. E módszer előnye az is, hogy jobban mutatja az egyes szintek vízáteresztőképességét. Ez a módszer előnyös az említett talajok vizsgálatánál, különösen a rizstermesztés alatt álló talaj esetében, amikor a szelvényben tömörebb (pl. eketalp réteg) és kevésbé tömődött szintek is előfordulnak és természetesen a szintek vízáteresztőképessége is különböző.

Az 5. ábra jól mutatja, hogy a vízáteresztőképesség legnagyobb az 1. szelvényben és annak is különösen a felső rétegében. Ebben a rétegben a vízáteresztőképesség átlagos értéke 1230 mm/óra. Ezen szelvény esetében a B₁ réteg vízáteresztőképessége háromszor kisebb, mint a felszíni rétegé. A 40–70 cm-es rétegben a vízáteresztőképesség gyorsan csökken 7 mm/órára majd a mélyebb rétegekben nullára.

A 2. szelvényben a vízáteresztőképesség sokkal kisebb, mint az 1. szelvényben. Csak a 0–10 cm-es rétegben volt mérhető vízáteresztőképesség, a mélyebb rétegekben ez gyakorlatilag nullára csökkent. Ez a jelenség azt bizonyítja, hogy ebben a szelvényben a keretes módszerrel történő vizsgálat során a víz csak oldalirányban mozgott.

A 3. szelvény felszíni rétegében a vízáteresztőképesség átlagos értéke 21 mm/óra. E szelvényben 40–60 cm mélységben történt vízáteresztés, de csak kismértékben.

Közismert, hogy a talaj vízáteresztőképessége a talaj szerkezetének jellegétől és a mechanikai összetételtől függ [31]. A kapott eredmények alapján azt látjuk, hogy az öntözetlen talajnál (mind a keretes, mind a csöves módszerrel) a vízáteresztőképesség elég nagy, mivel a talaj kedvező szerkezettel és jobb mechanikai összetétellel rendelkezik. Az ilyen talaj vízáteresztőképessége azonban az állandó rizstermesztés hatására nagy mértékben lecsökken.



5. ábra

A vizsgált talajok vízáteresztőképessége (Kacsinszki-féle csöves módszer)

Ez a jelenség a talajszerkezet szétbomlásával és a porozitás, elsősorban a levegővel telt pórusok mennyiségének csökkenésével magyarázható, különösen a 0–30 cm-es rétegben. A 30–40 cm-es és mélyebb rétegekben pedig a mikroaggregátumok szétiszapolódása miatt a pórusok eltömődnek.

Összefoglalás

A Szarvasi Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet galambosi rizs-kísérleti telepén végeztük vizsgálatainkat, annak megállapítására, hogy a rizstermesztésnek milyen hatása van a talaj jellemző fizikai tulajdonságaira. Három talajszelvényt vizsgáltunk három különböző telepen.

1. Állandóan gabona, őszi búza vagy tavaszi árpa termesztése alatt álló talaj (1. szelvény).

2. 14 évi monokultúrás rizstermesztés alatt álló talaj (2. szelvény).

3. Rizs-borsó vetésforgóval hasznosított talaj (3. szelvény). A vizsgálataink alapján az alábbi megállapításokat tettük:

A) Több éves rizstermesztés után a talaj mechanikai összetétele kis-mértékben nehezebbé vált. A fizikai agyag és az 1 μ -nál kisebb frakció mennyisége 3–5%-kal növekedett.

A rizstermesztés alatti talajszelvényben a felhalmozódási rétegtől lefelé haladva nagy fizikai agyagtartalom figyelhető meg.

E talajok 20–30 cm-es rétegében az agyagfrakció mennyisége 5–8%-kal magasabb, mint a nem öntözött talaj azonos rétegében. Ez a jelenség eketalaj réteg kialakulására vezethető vissza.

B) A rizstermesztés során a mikroaggregátumok összetételében bizonyos mértékű változások voltak tapasztalhatók. Ezt a jelenséget az alábbiak bizonyítják:

Árasztáskor és aratás után a diszperzitási tényező nőtt, a talaj struktúra faktora rizstermesztés hatására csökkent, különösen a 30 cm-nél mélyebb rétegekben. A két tenyészidőszak között a fenti két tényező ellentétes irányban változott. A rizs-borsó vetésforgó alatt álló talajban az utóbbi változások élesebben mutatkoznak, mint a monokultúrás rizstermesztés alatt álló területen. A borsótermesztés hatására a talaj mikroszerkezetének javulása figyelhető meg.

C) A hosszú ideje rizstermesztés alatt álló területen a vízborítás hatására a talajszerkezet elemi szemcsékre való szétbomlása következik be. Ez a jelenség az összes aggregátumok mennyiségének, valamint az 1 mm-nél nagyobb vízálló aggregátumok mennyiségének csökkenésében mutatkozik meg.

D) A rizstermesztés hatására a talaj porozitása jelentős mértékben csökkent, ami elsősorban a felszíni rétegben, a levegővel telt pórusok 4–5-szörös csökkenésében, az erősen kötött víz által elfoglalt porozitás növekedésében fejeződött ki.

Az összporozitás csökkenése mellett a különböző mértékű aggregátumok porozitása szintén csökkent, legalább 1–3%-kal. Ezzel egyidejűleg bizonyos mértékben csökkent az aggregátumok közötti porozitás is.

E) Az öntözetlen talajnál a vízáteresztőképesség elég nagy, viszont a monokultúrás rizstermesztés alatt álló területen a talaj vízáteresztőképessége

leromlott. Keretes módszerrel, valamint csöves módszerrel végzett vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy a talajban mérhető vízáteresztőképesség csak a 0–20 cm-es rétegben mutatkozik. A mélyebb rétegekben a vízáteresztőképesség csaknem teljesen megszűnik. A rizs-borsó vetésforgó hatására mind felszíni rétegben, mind a mélyebb rétegben volt csekély vízáteresztőképesség.

A rizstermesztés alatt álló területen a talaj maximális és minimális vízkapacitása csökkent, különösen a felszíni rétegekben. A hervadási koefficiens legalább 1–3%-kal emelkedett.

Irodalom

- [1] ALLISON, L. E.: Effect of micro-organisms on permeability of soil under prolonged submergence. *Soil Sci.* **63**, 439–450, 1947.
- [2] BAVER, L. D.: *Soil Physics*. Third edition. Wiley, New York, 1956.
- [3] BALLENEGGER, R. & DI GLÉRIA, J. (Ed): *Talaj- és trágyavizsgálati módszerek*. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1962.
- [4] BISWAS, T. D.: Water stable aggregates in some Indian soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **9**, 229–307, 1961.
- [5] CZIKE, K.: A talajok duzzadásának mérése indikátoróra segítségével. *Agrokémia és Talajtan.* **17**, 131–136, 1968.
- [6] DARAB, K.: A tiszántúli öntözött réti talajok másodlagos szikesedése. *Agrokémia és Talajtan.* **7**, 52–59, 1958.
- [7] DARAB, K.: A talajok fizikai és vízgazdálkodási sajátosságainak érvényesülése az öntözésnél. *Öntözéses Gazdálkodás.* **5**, 21–37, 1967.
- [8] DARAB, K. & FERENCZ, K.: Öntözött területek talajtérképezése. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. 1. No. 10. Budapest, 1969.
- [9] DI GLÉRIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACSEK, M.: *Talajfizika és talajkolloidika*. Akad. Kiadó, Budapest, 1957.
- [10] DUONG QUOC TRI & TRAN GIA PHUONG: Shui dao feng shan de tu rang bei jing. Ke xue chu ban she. Pei zhing 1961. (A magas rizstermesztési talajok körülményei). Mezőgazdasági Kiadó, Peking, 1961.
- [11] DVORACSEK, M., KLIMES-SZMIK, A. & B. FEJÉR, S.: A kötöttség befolyása a talajmorzsák vízállóságára. *Agrokémia és Talajtan.* **2**, 17–26, 1953.
- [12] DVORACSEK, M., KLIMES-SZMIK, A. & B. FEJÉR, S.: Adatok a magyarországi talajok szerkezeti állapotáról. *Agrokémia és Talajtan.* **1**, 479–494, 1952.
- [13] EMERSON, W. W.: The determination of the stability of soil crumbs. *J. Soil Sci.* **10**, 235–243, 1959.
- [14] FEKETE, Z., HARGITAI, L. & ZSOLDOS, L.: *Talajtan és Agrokémia*. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1967.
- [15] GEREI, L.: Adatok hazai talajtípusaink könnyen oldható vas- és alumíniumtartalmának vizsgálatához és jelentőségéhez. *Agrokémia és Talajtan.* **5**, 171–182, 1956.
- [16] GOOR, G. A. W. VAN DE: The mentek disease of lowland rice in Indonesia. *Neth. J. Agric. Sci.* **2**, 44–47, 1954.
- [17] IKEDA, M. & HARADA, I.: Studies on soil in the transferring cultivation of paddy and upland field. *Soil and Plant Food* **1**, 94–98, 1955.
- [18] ISLAM, M. A. & ISLAM, W.: Influence of sugarcane, paddy and jute on soil aggregation. *Soil. Sci.* **91**, 19–21, 1961.
- [19] KAWAGUCHI, K. & KITA, D.: Mechanical and chemical constituents of water-stable aggregates of paddy soil with relationship to the aggregate size. *Soil and Plant Food.* **3**, 22–28, 1957.
- [20] KAWAGUCHI, K. & KITA, D.: Stability of air-dry aggregates (clods) separated from horizon of dry rice fields and some factors affecting the stability. I. Studies on aggregate stability of some clayey loamy paddy soil. *Soil and Plant Food.* **4**, 104–105, 1958.
- [21] KAWAGUCHI, K. & KITA, D.: Formation of water stable aggregates and localization of mechanical and chemical constituents in paddy soils. *Abst. Soil and Plant Food.* **3**, 202, 1957.
- [22] KAWAGUCHI, K. & KITA, D.: Localization of some mechanical and chemical consti-

- tuents in water-stable aggregates of different sizes. Studies on aggregate stability of some clay loamy dry paddy soil. *Soil and Plant Food*. **4**. 151. 1958.
- [23] KAWAGUCHI, K. & TORATANI, H.: The evaluation of soil structure based on weight and porosity of aggregates in some paddy and upland soil. *Soil and Plant Food*. **6**. 43. 1959.
- [24] KITA, D. & KAWAGUCHI, K.: The effects of the reduction of soil under water-logged conditions and the dehydration of the reduced soil on soil structure. I. The stability of soil structure. *Soil and Plant Food*. **6**. 190--191. 1960.
- [25] KACSINSZKIJ, N. A.: Fizika pocsvü. Izd. AN SSSR Moszkva. 1958.
- [26] KACSINSZKIJ, N. A.: Fizika pocsvü. Izd. A. N. SSSR. Moszkva. 1965.
- [27] KOVDA, V. A.: Proiszhoszenie i rezsim zasolennüh pocsv. Izd. AN SSSR Moszkva. 1946.
- [28] KOVÁCS, G. (Ed.): Az öntözés kézikönyve. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1968.
- [29] LESZTÁK, J.-NÉ: Az öntözés hatása a talaj fizikai sajátosságaira szikes területen. *Agrokémia és Talajtan*. **3**. 307--324. 1956.
- [30] LESZTÁK, J.-NÉ & SZABOLCS, I.: Néhány összefüggés a hortobágyi szikes talajok padkásodása és fizikai sajátosságai között. *MTA Agrártud. Oszt. Közlem.* **16**. 210--224. 1959.
- [31] LESZTÁK, J.-NÉ: Nátriumsóoldat vertikális mozgásának sebessége a töménység, a talaj aggregátum- és porfrakció arányának függvényében. *Agrokémia és Talajtan*. **19**. 125--136. 1970.
- [32] MITSUI, S.: Hoa hoc dat ngap nuoc. (Az árasztott talaj kémiai tulajdonságai). Nxb. Khoa Hoc. Hanoi. Vietnam. 1962.
- [33] PONNAMPERUMA, F. N.: The chemistry of submerged soils in relation to the growth and yield of rice. Ph. D. Thesis. Cornell Univ. Ithaca. 1955.
- [34] STURGIS, M. B.: Changes in the oxidation-reduction in soils as related to the physical properties of the soil and the growth of rice. *Lousiana Bull.* No. 271. 1936.
- [35] SZABOLCS, I.: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akad. Kiadó. Budapest. 1961.
- [36] SZABOLCS, I. (Ed.): A genetikus üzemi talajtérképezés módszerekönyve. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. 1. No. 9. Budapest. 1966.
- [37] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Oldható sók dinamikája öntözött talajon. *Agrokémia és Talajtan*. **4**. 251--263. 1965.
- [38] SZABOLCS, I. & LESZTÁK, J.-NÉ: A szikes talajok fizikai tulajdonságai rizstermesztés után. *Agrártudomány*. **10**. (7-8) 25--27. 1958.
- [39] TAO THANG CANH & DIEU NGOC THANG: A rizstalaj genetikai rétegeinek osztályozása, a különböző rétegek elnevezése és tulajdonságai (kínaiul). *Tu rang xue bao* (Kínai Talajtani folyóirat.) **14**. 2--39. 1964.
- [40] VÁRALLYAY, GY.: A talajok víz- és sóháztartásának kérdései Hollandiában. *Agrokémia és Talajtan*. **18**. 327--338. 1969.

Érkezett: 1971. június 1.

Effect of Rice Production on some Physical Characteristics of Soils

NGUYEN THI DAN, I. SZABOLCS and V. LESZTÁK

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest (Hungary)

Summary

The effect of rice production on the physical characteristics of meadow soils solonchetic in deeper layers was studied.

Three profiles were selected representing the following conditions:

1. Soil under permanent winter wheat and spring barley production (Profile No. 1.)
2. Soil under monocultural rice production lasting for 14 years (Profile No. 2).
3. Soil under rice-pea rotation (Profile No. 3).

The texture (particle-size distribution), micro-aggregate distribution and the quantity of water-stable aggregates of the soils were examined in three different periods (in

June and October, 1969; in May 1970). The differential pore space filled by strictly bounded water, lightly bounded water, capillary water and air and the porosity of aggregates were also determined. The infiltration rate, permeability and field capacity of the soil were tested in the field, maximal and minimal water capacity and wilting point were measured in the laboratory.

According to the results obtained, after permanent rice production the soil texture became somewhat heavier. The amount of physical clay ($<10\mu$) and clay ($<1\mu$) increased by 3—5%.

In the soil profile under monocultural rice production a high physical clay content can be observed in the layers deeper than the accumulation horizon, which can be due to the leaching effect of permanent flooding. The amount of clay is 5—8% higher in these soils at a depth of 20—30 cm than in the non-irrigated soil profiles.

There were some changes in the micro-aggregate distribution of soils during rice production: the dispersion coefficient (S) increased and the structure-factor (F_s) decreased during flooding and after harvest, especially in the layers deeper than 30 cm.

Within two vegetation periods the above mentioned two factors underwent opposite changes.

The above mentioned changes are more significant in the soils under rice-pea rotation than in the soils under monocultural rice production. Favourable changes can be observed in the micro-aggregate status of the soil due to the effect of pea-production.

In the soil under monocultural rice production due to the effect of permanent flooding, the soil structure degraded into elemental particles. This is shown in the decrease of total amount of aggregates and water-stable aggregates larger than 1 mm.

The porosity of soils decreased considerably due to the effect of rice production, particularly in the surface layers. While the air filled pore space decreased by 4—5% in these horizons, the pore space filled by strictly bounded water increased.

Besides the decrease of total porosity, porosity of aggregates of different sizes also decreased, at least by 1—3%. At the same time the porosity among aggregates also decreased to a certain extent.

Infiltration rate and permeability of non-irrigated soils is rather high, but in the soil under monocultural rice production these parameters became much lower. Using the double frame method and tube method (in the field) it was found that in rice-soil only in the uppermost 0—20 cm layer could be measured a certain (rather low) permeability. The deeper layers were practically impermeable. In the variant under rice-pea rotation a low permeability could be observed, both in the upper and deeper layers.

Under permanent rice production the maximal and minimal water capacity diminished, especially in the upper layers, and the wilting percentage increased at least by 1—3%.

Table 1. Data of 1 : 5 water extract analysis. (1) Profile number. (2) Sampling depth, cm. (3) Dry residue, %. (4) Ignition residue, %. (5) Electrical conductivity, (EC) mmhos/cm.

Table 2. Exchangeable cations of the soils studied. (1) Profile number and data of sampling. (2) Sampling depth, cm. (3) Exchangeable sodium percentage (ESP).

Table 3. Particle size distribution of the soils studied. (1) Profile number. (2) Sampling depth, cm. (3) Hygroscopic moisture content, %. (4) Loss in HCl processing. (5) Particle size mm. (6) Physical sand. (7) Physical clay.

Table 4. Micro-aggregate distribution of the soils studied. (1) Profile number. (2) Sampling depth, cm. (3) Hygroscopic moisture content, %. (4) Micro-aggregate fractions, (mm) %. (5) Physical sand. (6) Physical clay.

Table 5. Aggregate analysis of the soils studied, %. Profile number. (2) Sampling depth, cm. (3) Amount of waterstable aggregates, mm. (4) Total amount of aggregates, %. (5) Dust, %.

Table 6. Porosity of the soils studied. (1) Profile number and sampling depth, cm. (2) Particle density. (3) Volume weight. (4) Porosity, %. (5) Total porosity. (6) Porosity of aggregates. (7) Porosity of total aggregates. (8) Porosity among aggregates. (9) Pore space filled by capillar water. (10) Pore space filled by lightly bounded water. (11) Pore space filled by strictly bounded water. (12) Air filled pore space.

Table 7. Porosity of aggregates, %. (1) Profile number and sampling depth, cm. (2) Size of aggregates, mm. (3) Porosity, %.

Table 8. Water management properties of the soils studied. (1) Profile number. (2) Sampling depth, cm. (3) Hygroscopic moisture content, %. (4) Maximal hygroscopicity. (5) Wilting point. (6) Field capacity. (7) Available moisture range, %. (8) Minimal water capacity. (9) Maximal water capacity.

- Fig. 1.* Dispersion coefficient of the soils studied, according to Kachinskij (S).
Fig. 2. Structure factor of the soils studied, according to Vageler (Fs).
Fig. 3. Differential porosity of soils and porosity of aggregates. *a)* Solid phase of soil. *b)* Strictly bounded water. *c)* Capillary water. *d)* Air. *e)* Lightly bounded waters.
Fig. 4. Infiltration rate and permeability of soils (double frame).
Fig. 5. Permeability of soil horizons. (tube method by Kachinskij).

Effet de la riziculture sur quelques propriétés physiques des sols

NGUYEN THI DAN, I. SZABOLCS et V. LESZTÁK

Institut de Recherches de Pédologie et Chimie Agricole de l'Académie de Sciences de Hongrie, Budapest

Résumé

Nous avons étudié l'influence de la riziculture sur certaines propriétés physiques des sols de prairie solonnetzeux en profondeur. Les échantillons de sols étaient prélevés de trois différents champs d'expérimentation et les profils choisis représentent les conditions suivantes:

1. Sol sous culture permanente de blé d'hiver et orge de printemps (Profil No 1).
2. Sol sous monoculture de riz depuis 14 années (Profil No 2).
3. Sol d'un terrain où l'assolement de riz-pois était pratiquée (Profil No 3).

Dans les échantillons de sols choisis nous avons déterminé la composition granulométrique et la distribution des microagrégats aux trois périodes différentes (juin et octobre 1969; mai 1970), ainsi que la quantité des agrégats stables à l'eau. Nous avons aussi examiné la porosité différentielle des sols (porosité capillaire, les vides occupées par de l'eau légèrement et fortement adhérente et par de l'air, ainsi que la porosité des différents agrégats. Nous avons déterminé sur place la vitesse d'infiltration, la capacité au champ, la perméabilité maximum et minimum, puis le point de flétrissement au laboratoire.

Les analyses ont démontré qu'après une riziculture permanente, la granulométrie des sols est devenue plus fine. La quantité de l'argile physique ($< 10 \mu$) et de l'argile ($< 1 \mu$) s'est augmentée de 3 à 5 pour-cent.

Dans le profil des sols sous la monoculture de riz, on trouve de fortes teneurs en argile physique au-dessous de l'horizon d'accumulation; ce phénomène peut être attribué à l'action lessivante de la submersion permanente. Dans l'horizon de 20 à 30 cm de ces sols, la quantité de l'argile est de 5 à 8 pour-cent plus haute que celle dans les mêmes horizons des sols non irrigués.

Au cours de la riziculture, on a observé certains changements dans la distribution des microagrégats. Les causes sont à chercher dans le fait qu'au cas de la submersion et après la moisson le coefficient de dispersion (S) est augmenté et le facteur de structure (F_s) est diminué spécialement dans les couches au-dessous de 30 cm. Entre les deux périodes de végétation ces deux facteurs se sont changés dans les directions opposées.

Dans les sols sous les rotations riz-pois, ces changements sont plus prononcés que dans ceux provenant des terrains de monoculture de riz. Des changements favorables pouvaient être observés dans l'état microstructural des sols sous l'effet de la culture de pois.

Sur les terrains à monoculture de riz, la submersion permanente a causé la dégradation de la structure des sols à ses particules élémentaires. Ce processus se manifeste dans la diminution de tous les agrégats ainsi que dans celle des agrégats stables à l'eau supérieurs à 1 mm.

La riziculture a causé aussi une considérable diminution de la porosité des sols, en premier lieu dans les couches superficielles. Tandis que dans ces horizons l'espace des vides occupé par de l'air s'est diminué de 4 à 5 pour-cent, celui des vides occupé par de l'eau fortement adhérente s'est augmenté.

Hors de la diminution de la porosité totale, la porosité des agrégats de dimensions différentes s'est aussi diminuée, au moins de 1 à 3 pour-cent. En même temps, la porosité entre les agrégats s'est aussi décreue en certain degré.

Dans les sols non irrigués, la perméabilité et la vitesse d'infiltration est assez forte, mais dans les sols sous la monoculture de riz ces paramètres se sont diminués. Au cours

des expériences sur place avec les méthodes aux cadres doubles et aux tubes, nous avons établi que c'était seulement dans la couche supérieure de 0 à 20 cm des sols des rizières où la perméabilité (assez faible) pouvait être mesurée. Les couches plus profondes étaient presque tout à fait imperméables. Sous l'effet de l'assolement de riz-pois, on a observé une faible perméabilité de la couche supérieure et en profondeur.

Dans le sol des rizières permanentes, la capacité maximum et minimum en eau est diminuée surtout dans les couches supérieures, et le coefficient de flétrissement s'est augmenté d'environ 1 à 3 pour-cent.

Tableau 1. Données analytiques de l'extrait aqueux de 1 : 5 des sols examinés. (1) No. du profil. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillon, cm. (3) Résidu sec, %. (4) Résidu au feu, %. (5) Conductivité électrique, mmhos/cm.

Tableau 2. Cations échangeables dans les sols examinés. (1) No. du profil et date du prélèvement d'échantillon. (2) Profondeur de la prise d'échantillon, cm. (3) Pourcentage des cations échangeables de sodium (ESP).

Tableau 3. Composition granulométrique des sols examinés. (1) No. du profil. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillon, cm. (3) Humidité hygroscopique, %. (4) Perte pendant le traitement à HCl. (5) Dimension des grains, mm. (6) Sable physique. (7) Argile physique.

Tableau 4. Composition des microagrégats des sols examinés. (1) No du profil. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillon, cm. (3) Humidité hygroscopique, %. (4) Dimension des microagrégats (mm), %. (5) Sable physique. (6) Argile physique.

Tableau 5. Analyse granulométrique des sols examinés, %. (1) No. du profil. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillons, cm. (3) Dimension des agrégats stables, mm. (4) Granules, au total. (5) Poussière.

Tableau 6. Caractéristiques de la porosité des sols. (1) No. du profil et profondeur de la prise d'échantillon, cm. (2) Poids spécifique. (3) Densité apparente. (4) Porosité, %, et (5) Totale. (6) Porosité des différentes granules. (7) Porosité du total des granules. (8) Porosité entre les granules. Pores occupés par (9) l'eau capillaire, (10) par l'eau faiblement liée, (11) l'eau fortement liée. (12) Porosité d'aération.

Tableau 7. Porosité des agrégats, %. (1) No du profil et profondeur du prélèvement d'échantillon, cm. (2) Dimension des grains, mm. (3) Porosité, %.

Tableau 8. Régime hydrique des sols examinés. (1) No du profil. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Humidité hygroscopique, %. (4) Hygroscopicité maximum. (5) Coefficient du flétrissement. (6) Capacité au champ, %. (7) Humidité utilisable, %. (8) Capacité en eau minimum. (9) Capacité en eau maximum.

Fig. 1. Coefficient de dispersion des sols selon Katchinskii (S).

Fig. 2. Facteur de structure des sols selon Vageler (F_s)

Fig. 3. Porosité différentielle des sols examinés et porosité des différents agrégats. a) Phase solide du sol. b) Eau fortement liée. c) Eau capillaire. d) Air. e) Eau faiblement liée.

Fig. 4. Vitesse d'infiltration et perméabilité des sols (méthodes aux doubles cadres)

Fig. 5. Perméabilité des horizons des sols examinés (méthode aux tube selon Katchinskii)

Влияние выращивания риса на водно-физические свойства почвы

НГУЭН ТИ ДАН, И. САБОЛЬЧ и В. ЛЕСТАК

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

1. Провели серию исследований с целью установить, какое влияние оказывает выращивание риса на водно-физические свойства почвы.

Изученные почвы относились к типу глубокосолонцеватой луговой почвы. Изучались три почвенных разреза, заложенных:

1. на территории с постоянным выращиванием озимой пшеницы или ярового ячменя (Разрез № 1),

2. на территории под 14-летней монокультурой риса (Разрез № 2) и

3. на почвах с рисово-гороховым севооборотом (Разрез № 3).

2. Для изученных почв определялся механический состав (Табл. 3), микроагрегатный состав в трех различных периодах года (в июне 1969 г, в октябре 1969 г и в мае 1970 г), данные приведены в таблицах 4, 5, 6 и на рисунках 1 и 2. Определяли количество водопрочных агрегатов (Табл. 7). Изучали дифференциальную порозность почвы капиллярную порозность, поры занятые рыхло- и прочносвязанной водой, поры аэрации и порозность отдельных агрегатов. (Данные приведены в таблицах 8,9 и на рисунке) 3. Определили водопроницаемость в полевых условиях, максимальную и минимальную влагоемкость, а также коэффициент завядания в лабораторных условиях (Таблица 10 и рисунки 4 и 5).

3. По данным исследований, выращивание риса в монокультуре привело к некоторому утяжелению механического состава почвы. Количество физической глины и фракции меньше 1 μ возросло на 3–5%.

В почве под рисом образовалась плотная, более тяжелая по механическому составу прослойка под влиянием постоянного покрытия водой. В слое 20–30 см этих почв содержание фракции глины было на 5–8% выше, чем в тех же горизонтах не затопляемых почв.

4. Под влиянием выращивания риса наблюдались изменения в составе микроагрегатов. Это подтверждается тем, что в период затопления и в период уборки риса фактор дисперсности возрастает, а фактор структурности падает, особенно в слоях глубже 30 см. Между двумя вегетационными периодами два вышеназванных фактора изменились в противоположном направлении.

В почве под рисово-гороховым севооборотом эти различия выступают еще резче, по сравнению спочвой под монокультурой риса. Отмечалось благоприятное влияние, оказываемое горохом на микроструктурное состояние почвы.

5. На почвах, находящихся длительное время под водой, наблюдался распад структурных отдельных частей на первичные частички. Это проявляется в снижении общего количества агрегатов и водопрочных агрегатов размером больше 1 мм.

6. Под влиянием выращивания риса общая порозность заметно снижается особенно в верхнем слое почвы, где количество пор аэрации снижается в 4–5 раз и увеличивается количество пор, занятых прочно связанной водой.

Наряду со снижением общей порозности, порозность отдельных агрегатов различного размера также снижается по крайней мере на 1–3%. Одновременно с этим в определенной мере снижается и межагрегатная порозность.

7. В почвах не находящихся под рисом водопроницаемость довольно высокая, а водопроницаемость почв под монокультурой риса весьма низкая. Проводя определение водопроницаемости методами рам и трубок, пришли к выводу, что измеримая водопроницаемость, на почвах под рисом, оказывается только в слое 0–20 см. В более глубоких горизонтах водопроницаемость практически равна нулю. Под влиянием посева гороха водопроницаемость почвы немного улучшается.

В почвах под рисом значение максимальной и минимальной влагоемкости снижается, особенно в верхних горизонтах. Коэффициент завядания повысился на 1–3%.

Табл. 1. Данные анализа водной вытяжки. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Сухой остаток (4) Прокаленный остаток в %. (5) Электропроводность мм хос. см.

Табл. 2. Определение обменных катионов. (1) Номер разреза и время взятия образцов. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Ионы натрия в % от общей суммы катионов.

Табл. 3. Механический состав изученных почв. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Гигроскопическая влажность в %. (4) Потеря от обработки соляной кислотой. (5) Механические фракции в %. (6) Физический песок. (7) Физическая глина.

Табл. 4. Микроагрегатный состав изученных почв. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Гигроскопическая влажность в %. (4) Фракции микроагрегатов в %. (5) Физический песок. (6) Физическая глина.

Табл. 5. Данные агрегатного анализа изученных почв. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Количество водопрочных агрегатов. (4) Общее количество агрегатов в %. (5) Пыль в %.

Табл. 6. Порозность изученных почв. (1) Номер разреза и глубина взятия образцов в см. (2) Удельный вес. (3) Объемный вес. (4) Порозность в %. (5) Общая порозность. (6) Порозность отдельных агрегатов. (7) Общая агрегатная порозность. (8) Межагрегатная порозность. (9) Поры занятые капиллярной водой. (10) Поры занятые рыхло связанной водой. (11) Поры занятые прочно связанной водой. (12) Поры аэрации.

Табл. 7. Порозность отдельных агрегатов, в %. (1) Номер разреза и глубина взятия образцов в см. (2) Размер фракции в мм. (3) Порозность в %.

Табл. 8. Водные свойства изученных почв. (1) Номер разреза (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Влажность воздушносухой почвы в %. (4) Максимальная гигроскопи-

ческая влажность в %. (5) Коэффициент завядания. (6) Полевая влагоемкость. (7) Активная влага в %. (8) Минимальная влагоемкость. (9) Максимальная влагоемкость.

Рис. 1. Фактор дисперстности по Качинскому (S). 1, 2, 3, номера разрезов.

Рис. 2. Фактор структурности по Фагелеру (F_s). 1, 2, 3 номера разрезов.

Рис. 3. Дифференциальная порозность и порозность отдельных агрегатов. а) Твердая фаза почвы. б) Поры прочносвязанной воды. с) Поры рыхло связанной воды. д) Поры аэрации. е) Поры рыхло связанной воды.

Рис. 4. Водопроницаемость изученных почв. (метод малых заливаемых площадей). 1, 2, 3 номера разрезов.

Рис. 5. Водопроницаемость определенная по горизонтам методом трубок Качинского.