

EESTI HARITAVATE MULDADE STRUKTUURIST

R. Kask, Ü. Jõgi

SUMMARY: *On the soil structure of Estonian arable lands. Like on non-arable lands, the structural characteristics of arable soils (on different fields or different parts of the same field) are connected with soil typical units. Sod-calcareous and gleyed soddy soils, which are, on the average, richer in humus and have a better reaction, have – as a rule – better structural characteristics than sod-podzolic soils.*

The structural differences of arable soils are the most closely related to soil texture. In the texture sequence from light over middle to heavy soils we can observe an increase of aggregation as well as of the stability of the aggregates towards the effect of water, wind and mechanical pressure. Light-textured soils are aggregated slightly, which makes them easy to cultivate (lumpiness presents no problem), but they are also easily eroded by wind. Light soils together with peaty gley and peaty soils make up nearly a third of all arable soils in Estonia. In middle-textured soils the aggregate reading is relatively good. In harvest-time the macroaggregated part of the soil is, in most cases, over 80%, in the ploughed layer the part of water-stable aggregates is over 50% in the >25 mm fraction, while the dispersion factor of the microaggregate fraction (<0.01 mm) stays within 0.4–0.5. In middle-textured soils the lumpiness is moderate. If such fields are cultivated in an optimum time and way, lumpiness should present no problem. Heavy-textured soils are distinguished as strongly lumpy. This is particularly characteristic of soils with a low humus content, the eroded soils found in southern Estonia and the soddy gley soils of western Estonia. The formation of lumps during cultivation renders the cultivation process considerably more difficult in about 10% of the Estonian arable lands.

Aggregation, as well as other characteristics of soil structure, changes in time. During the 1990s the use of fertilisers (organical included) considerably decreased in Estonia. This implies that the aggregation of the Estonian soils has dropped during the past decade. An additional factor responsible for the weakening of aggregation is the deepening of the ploughed layer into the lower (illuvial or eluvial) horizons.

Haritavate muldade struktuur kui muldade agrofüüsikalise seisundi üks olulisemaid näitajaid on üldjoontes visuaalselt hinnatav mullamassi murenemise (lagunemise) järgi mullaharimisel. Just selle põhjal hindavad oma muldade seisundit tegev põllumehed. Aastakümnete kogemuste alusel on neil kujunenud ülevaade muldade struktuurist erinevatel põldudel ja selle olenevusest mullaerimisest, kasvatatavatest kultuuridest, mullaharimisaegsest niiskusest, väetamisest jt. teguritest. Samas tuleb tõdeda, et uurimistel põhinevat informatsiooni haritavate muldade struktuurist arvulistes näitajates on olemas peamiselt Põhja-Eesti mullakoosluste kohta ja sedagi käsikirjalises teoses (Reppo, 1965).

Erinevalt mitteharitavate, s.o. metsa- ja looduslike rohumaade muldade struktuurist (Reppo, 1965; Kask, Jõgi, 2000) on haritavate muldade struktuur ühes ja samas kohas ajaliselt suurtes piirides muutlik. Põhjuseks on kultuuride vaheldumine aastate reas ja sellega kaasnevad mullaharimise võtete erinevused, samuti väetamise jt. võtete muutumine. E. Reppo (1962, 1965) võrdles mulla struktuuri metsas, rohumaal ja põllul. Seejuures võttis ta põllu esindajaks põldheinapõllu kui uurimise ajal mulla harimise erinevustest vähem mõjustatud põllu, ja eraldi teravilja ülekaaluga külvikorra põllu

Metoodika

Käesoleva uurimise eesmärgiks seati iseloomustatava materjali täiendamine ning olemasolevate andmete alusel üldistava hinnangu andmine teraviljapõldude uurimise alusel.

Väliuurimised viidi läbi aastatel 1987...1990. Uurimisobjektiks olid teraviljapõllud. Mullaproovid võeti teravilja vahaküpsuse faasis olles või pärast vilja koristamist. Mulla kuiv-sõelumine makroagregaatsuse määramiseks tehti N. Savvinovi järgi, makroagregaatide veele

vastupidavus määrati N. Savvinovi meetodika P. Veršinini ja I. Revuti modifikatsiooni (A. Vadjunina, Z. Kortšagina, 1986) järgi, mulla mikrostruktuursus N. Katšinski ja lõimis S. Dolgovi järgi.

Uurimistulemused

Mulla struktuuri visuaalne hindamine. Haritavate muldade struktuuri karakteristikute (mitmesuguste näitajate) paiklikud erinevused ilmnevad kõige veenvamal kujul haritud põllu vaatlusel. Mulla struktuuri erinevused, tingituna mullaerimist ja mullaharimisest, on täheldatavad mis tahes ajamomendil, kui maa pole kaetud lumega. Mulla struktuuri visuaalsel hindamisel ja võrdlemisel on seda siiski kõige sobivam teha äsja küntud põllul ja pärast külvieelset mullaharimist. Mulla kaevamisel ja mullaharimisel moodustunud agregaatne seisund, fikseerituna mälus või fotol, on veenvateks viideteks mulla struktuuri erinevustest sõltuvalt mullaerimist jt. teguritest.

Mulla struktuur analüütilistes karakteristikutes. Haritavate muldade struktuuri uurimisel opereeritakse samade karakteristikutega (näitajatega) nagu mitteharitavate muldade uurimisel (Reppo, 1965; Kask, Jõgi, 2000). Seepärast ei selgitata siinkohal artiklis eespool ettetulevate mõistete tähendust.

Vaadeldavate muldade uurimisel piirduti põhiliselt künnikihi või 0–30 cm kihi struktuuri iseloomustamisega. Selgitamaks agregaatse muutumist osundatud kihi piires võeti proovid osal uuritud muldadelt kahest või kolmest sügavusest.

Makrostruktuursuse näitajad, määratuna mullamassi sõrmede vahel murendamise ja kuivsoelumise teel, võivad kätkeada endas arvestataval määral subjektiivseid vigu (vt. Kask, Jõgi, 2000). Seepärast ei pruugi mõneprotsendilised erinevused eri kihtide näitajates olla tingitud mulla tegelikust seisundist.

Tabelis 1 toodud näitajates on agregeerunud mullamassi osakaal (lahter 12) 0...30 cm pindmises kihis 43...97% piires. Väiksem on see kerge lõimisega kamarmullas (profiil 5), suurim raske liivsavi lõimisega gleimullas (profiil 6).

Tabelis 1 esitatud näidetest (6 mullaprofiili) võib eristada järgmisi agregaatse vertikaalse muutumise suundi: a) mulla agregaatse sügavuse suunas (0...30 cm kihi piires) muutub vähe, võimaliku katsevea piires; b) mulla agregaatse sügavusega väheneb; c) suureneb; d) muutub ebakorrapäraselt.

Agregaatse muutumine sügavuse suunas on fraktsiooniti erinev. Ühe või mitme fraktsiooni muutmise ühes suunas kaasneb ühe või mitme fraktsiooni osakaalu muutumine vastupidises suunas. Ekstreemsemal kujul ilmneb see raske liivsavi mullas (profiil 6), kus üle 7 mm läbimõelduga agregaatide osakaalu olulisele vähenemisele sügavuse suunas (54,8...41,4%) järgneb sama näitaja vastassuunaline või süsteemitu muutumine teistes fraktsioonides. Üle 3 mm läbimõelduga agregaatide osakaal sügavuse suunas enamasti väheneb, väiksemate osakaal aga suureneb. Makroagregaatide, s.o. üle 0,25 mm läbimõelduga agregaatide osakaal mullamassis tervikuna sügavusega tabelis 1 (lahter 12) toodud näidetes väheneb. Ühel juhul on see katsevea piires (profiil 1, 6), mitmel juhul (profiil 3, 4) aga arvestatav.

Struktuursuskoeffitsient (SK), mis väljendab agrofüüsikalises seisukohast paremate, 7...0,25 mm läbimõelduga agregaatide osakaalu makroagregaatide massis tervikuna, on uuritud mullakihi (0...30 cm) piires enamikul juhtudel vähe erinev. Tabelis 1 toodud näidetes on see olulisem 3. profiili 25...30 cm kihis, mis võib olla ka määramisviga.

Makroagregaatse veele vastupidavust (samas tabelis) illustreeritakse kahe fraktsiooni näitajatega: fraktsiooni >1 mm (lahter 14) ja >0,25 mm (lahter 15) omaga. Kui esimeses fraktsioonis veele vastupidavate agregaatide osakaal sügavusega suureneb, siis teises, vastupidi, väheneb (profiilid 1 ja 2). Samas võib kohata ka teistsugust muutumist sügavuse suunas. Igal juhul on aga makroagregaatide (fraktsioon >0,25 mm) üldine veele vastupidavus suurem kui peenese (<1 mm) oma. Nendest näitajatest järeldub, et agregaadid läbimõelduga 0,25...1,00 mm (fraktsioonid 1...0,5 ja 0,5...0,25) on veele vastupidavamad kui nendest suurema läbimõelduga agregaadid.

Tahvel I. Näiteid mullamassi lagunemisest agregaatideks maa kaevamisel, savimullast (1) kuni liivmullani (8).
Board I. *Examples on the crumbling of soil mass to aggregates by digging*

1	2
3	4
5	6
7	8

Tahvel II. Näiteid mulla struktuuriga seotud nähtustest mulla harimisel. 1 – niiske savimulla künd; 2 – kuiva savimulla künd; 3 – savimulla kuivamisel moodustunud lõhed; 4 – kuiva saviliivmulla künd; 5 – kuiva liivmulla harimist saadab tolmupilv; 6 – tuule erosioonist kahjustatud liivmullaga põld

Board II. *Examples of the phenomenon connected with soil structure by soil cultivation*

1	2
3	4
5	6

Tahvel III. Näiteid mulla agregatsusest orasepõldudel. 1 – halvasti haritud talinisupõld raskel liivsavimullal 2000. aasta kevadel; 2 – hästi haritud talinisupõld kergel liivsavimullal (samal ajal); 3 – maisipõld keskmisel liivsavimullal; 4 – rapsipõld, eelmisega samal mullal ja samal ajal; 5 – rähkmulla struktuuri varjutab suur kivisus; 6 – eelõeldu kehtib ka veerismulla kohta

Board III. Example of the soil aggregation on green crop field

1	2
3	4
5	6

Tabel 1. Näiteid mulla makroagregaatsusest
Table 1. Examples of the macroaggregation of soils

Sügavus cm <i>Depth of sample, cm</i>	Savi <0,01 mm <i>Clay</i> <0.01 mm	1,72 C_{org}	Agregaatide fraktsioonide (mm) osalus, % <i>Part (%) of the aggregate fractions (mm)</i>										SK*	Vastupidavus veele, % <i>Water stability, %</i>	
			>7	7...5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	<0,25	>0,25	>1 mm		>0,25 mm	
Profiil 1 (1512) Leetjas kamar-karbonaatmuld, Adavere / <i>Sod-calcareous soil, Adavere</i>															
0...10	24,5	2,6	19,5	9,8	16,3	11,4	18,7	5,1	7,4	11,9	88,1	2,2	24,9	63,9	
10...20	23,6	2,4	17,4	13,7	20,2	11,0	19,3	2,6	4,7	11,2	88,8	2,5	26,2	63,7	
20...30	23,3	2,5	13,7	10,4	17,4	12,1	20,3	4,3	8,1	13,7	86,3	2,7	27,1	59,2	
Profiil 2 (1487 b) Leostunud kamar-karbonaatmuld, Koigi / <i>Leached sod-calcareous soil, Koigi</i>															
3...8	30,7	2,4	16,1	7,7	19,5	8,9	30,5	2,0	8,2	7,2	96,8	3,3	12,3	53,2	
15...20	28,8	2,6	15,0	11,0	22,4	10,5	26,8	1,1	4,8	8,3	91,7	3,3	17,7	44,9	
25...30	27,2	2,4	17,7	10,8	15,8	12,5	32,3	1,1	3,6	6,9	93,1	3,1	18,4	45,2	
Profiil 3 (1487 c) Kamar-leetmuld, Akste / <i>Sod-podzolic soil, Akste</i>															
3...8	20,1	1,4	25,1	18,6	24,1	8,0	15,9	0,9	1,6	5,8	94,2	2,2	22,2	60,0	
15...20	18,3	1,3	21,1	13,5	23,5	10,6	13,3	2,5	8,1	7,3	92,7	2,5	21,2	62,8	
25...30	18,9	1,3	15,4	10,6	18,8	8,9	16,0	4,0	7,4	19,1	80,9	1,9	20,0	57,6	
Profiil 4 (1487 g) Kamar-leetmuld, Haage / <i>Sod-podzolic soil, Haage</i>															
3...8	21,7	1,4	20,4	18,7	21,4	12,5	20,1	1,2	2,4	3,9	96,1	3,1	7,1	44,6	
15...20	21,1	1,3	18,1	10,7	16,9	9,5	16,8	1,7	8,6	7,7	82,3	2,6	21,9	66,8	
25...30	19,8	0,5	11,1	6,6	12,8	7,7	30,8	7,0	11,7	12,4	87,6	3,3	28,8	59,4	
Profiil 5 (18763) küllastunud kamarmuld, Järni / <i>Base saturated soddy soil, Järni</i>															
5...15	11,5	1,7	4,1	4,2	4,5	3,4	7,9	5,8	27,6	42,6	47,4	1,1	2,2	21,2	
25...30	11,5	1,7	4,6	3,9	3,6	2,4	5,9	7,5	25,2	46,8	43,2	1,0	2,6	31,5	
Profiil 6 (1553) Kamar-gleimuld, Vigala / <i>Soddy gley soil, Vigala</i>															
0...10	42,1	3,6	54,8	9,1	12,0	9,3	10,2	0,6	1,4	2,6	97,4	0,7			
10...20	44,3	3,3	43,3	14,8	15,2	9,9	10,8	0,6	2,7	3,2	96,8	1,2			
20...30	41,4	2,8	41,4	16,9	15,9	10,2	10,6	0,4	1,4	3,2	96,8	1,2			

* SK – struktuursuskoeffitsient = $(a-b)/a \times 100$,

kus a = agregaadid läbimõõduga 0,25...7 mm; b = läbimõõduga >7 + <0,25.

* SK – structural coefficient = $(a-b)/a \times 100$,

where a = aggregate with a diameter of 0.25...7 mm ; b = with a diameter of >7 + <0.25 mm.

Tabel 2. Künikihi makroagregaatide fraktsiooniline koostis (%) ja agregatsioonikoeffitsiendid

Table 2. Fraction composition of the macroaggregates (%) and the aggregation coefficient of ploughing layer

Muld* Soil	Lõimis Textural class	n	Parameeter Parameter	Makroagregaatide fraktsioonid (mm, %) Fraction of macroaggregates (mm, %)									Agregatsioonikoeffitsiendid Aggregation coefficients		
				>7	7...5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5... 0,25	<0,25	>0,25	7...0,25 : >7+<0,25	7...1 : >7+<1	5...0,25 : >5+<0,25
Ko	ls ₁	8	\bar{x}	13,8	11,4	14,8	11,9	17,7	7,8	7,6	13,7	82,3	2,7	1,3	1,6
			s	5,3	2,5	5,6	1,8	2,6	4,2	2,0	9,0	0,8	0,3	0,5	
K ₁	ls ₁₋₂	12	\bar{x}	12,9	11,7	17,0	11,5	16,8	7,6	7,8	14,6	85,4	2,7	1,4	1,5
			s	2,9	2,6	3,3	2,3	5,8	4,3	2,4	5,8	0,5	0,5	0,3	
Lk	l-sl	12	\bar{x}	11,7	10,3	13,1	9,5	11,8	8,4	13,8	21,5	78,5	2,1	1,5	1,3
			s	3,7	2,5	3,4	2,5	1,0	1,3	6,7	7,1	0,4	0,3	0,2	
Lk	ls ₁	12	\bar{x}	21,6	14,3	17,0	12,6	15,3	4,5	6,0	8,6	91,4	2,4	1,5	1,3
			s	6,1	3,2	4,7	3,0	3,2	2,4	2,3	6,3	0,5	0,4	0,3	
G	ls ₃	11	\bar{x}	26,7	14,1	16,5	13,1	14,4	5,3	4,8	5,0	95,0	2,5	1,5	1,2
			s	13,3	3,8	3,4	3,7	4,6	6,1	4,3	3,1	1,0	0,6	0,5	

* Ko – leostunud kamar-karbonaatmuld / leached sod-calcareous soil;

K₁ – leetjas kamar-karbonaatmuld / podzolized sod-calcareous soil;

Lk – kamar-leetmuld / sod-podzolic soil;

G – kamar-gleimuld / soddy gley soil;

l – liiv / sand; sl – saviliiv / sandy loam; ls₁ – kerge liivsavi / sandy silt loam; ls₃ – raske liivsavi / clay loam, clay.

Tabelis 2 toodu pakub ülevaadet künnikihi makroagregaatsusest erinevate mullaerimite kaupa. Selles leiab kinnitust tuntud tõsiasi, et kerged mullad (liivad, saviliivad) on nõrgema agregatsiooniga kui raskemad. Antud juhul on selle äärmisteks näitajateks liiva ja saviliiva lõimisega kamar-leetmuldade (Lk, l,sl) üle 0,25 mm läbimõõduga agregaatide osakaal mulla kogumassist (78,5%) ja raske liivsavi lõimisega kamar-gleimulla (G, ls₃) sama näitaja (95%). Samas leiab arvulistes näitajates kajastamist raskete muldade kalduvus laguneda murendamisel (harimisel) suuremamõõtmelisteks agregaatideks. Üle 7 mm läbimõõduga agregaatide osakaalu erinevus seostubki peamiselt mulla lõimisega: liiv- ja saviliivmuldades on see 11,7%, rasketes liivsavimuldades aga 26,7%. Teiste makroagregaatide fraktsioonide osakaal (\bar{x} , s erinevates muldades) erineb vähem, standardhälve (s) on 70% juhtudest üle 3.

Agregaatsuskoeffitsientide eristatakse siinkohal (tabel 2) kolm, mis erinevad huviobjektiks oleva (objektiivseks peetava) fraktsioonide diapasooni poolest: 7...0,25; 7...1; 5...0,25 mm. Mida suurem on agregaatsuskoeffitsient, seda soodsam on mulla agregaatne koostis. Tabelis 2 toodu järgi ei erine vaadeldavad mullad oluliselt nimetatud näitaja poolest ja seda ka juhul, kui võrreldavad mullad põllul üldilmelt on oluliselt erinevad. See on tingitud asjaolust, et ebasoodsateks agregaatideks loetakse nii agregaadid läbimõõduga üle 7 mm kui ka agregaadid ja tolmustunud mulla mass, mis läbivad 0,25 mm avadega sõela. Niisiis esinevad koeffitsientide arvutamisel samas rollis tugevasti agregeerunud fraktsioon koos nõrgalt agregeerunud ja tolmustunud mulla massiga ($>7 + <1$ või $>5 + <0,25$). Toodud asjaolu tuleb arvestada tabelis 2 toodud agregaatsuskoeffitsientide kasutamisel.

Erinevate muldade **makroagregaatide veele vastupidavuse** keskmised suurused (tabel 3) seostuvad üldjoontes makroagregaatsusega. Kõige väiksem on liiv- ja saviliivmuldade agregaatide, kõige suurem raskete liivsavi- ja savimuldade agregaatide vastupidavus. Makrostruktuuri veele vastupidavuse hindamiseks ei ole ühtset skaalat.

Tabel 3. Veele vastupidavate agregaatide osakaal, %
Table 3. Part of the water-stability aggregates, %

Muld* Soil	Lõimis* Textural class	n	Veele vastupidavaid agregate, % Water-stability aggregates, %			
			>1 mm		>0,25 mm	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s
Ko	ls ₁	8	17,1	8,9	59,4	10,4
Kl	ls ₂	12	15,9	6,3	53,2	5,3
Lk	l-sl	12	8,4	3,1	46,3	8,9
Lk	ls ₁	12	17,0	6,0	58,4	7,1
G	ls ₃	6	26,5	9,3	61,4	11,3

* vt. tabel 2 / Table 2

I. Kuznetsova (1978) pakub keskmise ja raske lõimisega kamar-leetmuldade hindamiseks üle 0,25 mm läbimõõduga agregaatide veele vastupidavuse alusel järgmise skaala: veele vastupidavaid agregate alla 40% – madal; 40...60% – hea; 60...75% – väga hea. Kui lähtuda sellest skaalast, siis võib tabelis 3 esitatud muldade keskmiste näitajate järgi lugeda meie saviliiv- ja liivsavimuldade makroagregaatide veele vastupidavust heaks.

Madala huumusesisaldusega liivmuldade ning eriti gleistunud ja gleimuldade makroagregaatsuse veele vastupidavus on nõrk.

Mikroagregaatsuse iseloomulike näitajate, dispersiooni koeffitsiendi (määratuna mikroagregaatse ja granulomeetrilise koostise fraktsioonide alusel) ja agregeerumise astme arvulised väärtused on võrreldes makroagregaatsuse mitmesuguste näitajatega “vähem vigased”. Mullamassi mikroagregaatideks desintegreerimine toimub vees loksutusaparaadis kindla režiimi juures (makroagregaatsuse määramisel tehakse seda näppude vahel). Mikroagregaatsusel haritaval maal ja looduslikel kõlvikutel (Kask, Jõgi, 2000) pole põhimõttelist vahet. Tabelis 4 on toodud uuritud muldade mikroagregaatide (A) ja granulomeetriliste osakeste (B) suuruslik jaotumus fraktsiooniti. Nende vahekorda (A:B) käsitletakse dispersiooni koeffitsiendina (esitatakse tabelis 4 sulgudes).

Tabel 4. Näiteid mikroagregaatses (A) ja granulomeetrilisest (B) koostisest
Table 4. Examples of the microaggregate (A) and granulometric (B) compositions

Sügavus, cm Depth, cm	A B	Fraktsioonide (mm) osalus, % Part (%) of the fraction (mm)								K _{agr} **
		1...0,5	0,5...0,25	0,25...0,05	0,05...0,01	0,01...0,005	0,005...0,001	<0,001	<0,001	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Profiil 1 (1512) Adavere (vt. tabel 1 / Table 1)										
0...10	A	2,8	9,8	42,7	31,7	7,3	4,5	1,2	13,0	
	B	1,6(1,8)	7,6(1,3)	34,6(1,2)	31,7(1,1)	6,8(1,1)	9,5(0,47)	8,2(0,15)	24,5(0,54)	11,5
15...20	A	4,3	7,6	48,8	31,7	6,2	2,4	1,4	10,0	
	B	3,7(1,2)	7,6(1,0)	36,3(1,3)	30,6(1,0)	5,9(1,1)	10,7(0,22)	7,0(0,20)	23,6(0,43)	21,4
20...30	A	1,9	7,7	45,9	32,9	6,0	5,1	0,5	11,6	
	B	2,5(0,8)	8,1(0,95)	35,6(1,3)	30,5(1,1)	6,2(1,0)	9,9(0,52)	7,2(0,07)	23,6(0,49)	16,7
Profiil 2 (1487) Koigi (vt. tabel 1 / Table 1)										
3...8	A	2,4	8,7	41,3	34,5	7,5	4,3	1,0	12,8	
	B	2,6(1,2)	7,5(1,2)	30,3(1,4)	28,9(1,2)	8,1(0,9)	11,2(0,38)	11,4(0,09)	30,7(0,42)	22,9
	A	4,3	9,2	50,9	23,2	7,2	4,1	1,1	12,4	
	B	3,7(1,2)	8,3(1,1)	26,6(2,0)	32,6(0,7)	7,8(1,0)	10,3(0,40)	10,7(0,10)	28,8(0,43)	40,1
25...30	A	4,6	8,7	38,1	36,9	6,5	4,2	1,0	11,7	
	B	5,0(0,9)	9,5(0,9)	23,2(1,6)	35,1(1,1)	8,4(0,8)	11,1(0,38)	7,7(0,13)	27,2(0,43)	26,7
Profiil 3 (1487 c) Akste (vt. tabel 1 / Table 1)										
3...8	A	0,8	4,6	43,5	40,0	6,8	3,7	0,6	11,1	
	B	0,8(1,0)	4,5(1,0)	37,1(1,2)	37,5(1,1)	7,4(0,9)	5,8(0,64)	6,9(0,09)	20,1(0,55)	13,3
15...20	A	0,6	4,8	47,3	36,6	6,0	4,2	0,5	10,7	
	B	0,7(0,9)	4,2(1,1)	39,4(1,2)	37,4(1,0)	6,2(1,0)	5,7(0,74)	6,4(0,08)	18,3(0,58)	15,9
25...30	A	1,3	4,5	42,9	40,7	5,4	4,4	0,8	10,6	
	B	1,0(1,3)	4,8(0,9)	39,0(1,1)	36,3(1,1)	5,5(1,0)	7,4(0,59)	6,0(0,13)	18,9(0,56)	8,0
Profiil 4 (18681) Järni (vt. tabel 1 / Table 1)										
5...15	A	2,3	25,5	59,4	7,8	2,6	0,6	1,8	5,0	
	B	2,5(0,9)	24,3(1,0)	56,2(1,1)	5,5(1,4)	2,5(1,0)	2,6(0,23)	6,4(0,28)	11,5(0,43)	4,8
25...30	A	5,2	36,7	53,1	2,8	1,1	0,3	0,8	2,2	
	B	4,3(1,2)	33,7(1,1)	54,8(1,0)	2,8(1,0)	1,0(1,1)	1,1(0,27)	3,0(0,27)	5,5(0,44)	2,3

Tabeli 4 järg / Table 4 continue

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Profiil 5 (18681) Kamar leetmuld, Himmaste / <i>Sod-podzolic soil, Himmaste</i>										
3...8	A	1,2	22,5	61,1	11,3	2,6	0,6	0,7	3,9	
	B	0,8(1,3)	20,1(1,1)	61,7(1,0)	8,2(1,3)	2,6(1,0)	3,1(0,19)	3,5(0,20)	9,2(0,40)	2,6
13...18	A	1,4	23,6	61,3	9,0	2,8	1,2	0,7	4,7	
	B	1,5(0,9)	21,6(1,1)	58,7(1,0)	9,0(1,0)	2,1(1,3)	3,5(0,34)	3,3(0,21)	8,9(0,53)	5,2
Profiil 6 (1451) Kamar-leetmuld, Olustvere / <i>Sod-podzolic soil, Olustvere</i>										
1...10	A	4,8	12,0	48,4	23,1	6,8	4,2	0,7	11,7	
	B	5,1(0,9)	11,1(1,1)	47,0(1,0)	20,4(1,1)	4,8(1,4)	6,9(0,61)	4,7(0,15)	16,4(0,71)	3,1
10...20	A	4,1	11,7	52,2	22,3	4,7	4,3	0,8	9,7	
	B	3,6(1,1)	11,1(1,1)	47,4(1,1)	20,7(1,1)	4,6(1,0)	6,8(0,63)	5,8(0,14)	17,2(0,56)	8,7
20...28	A	4,2	11,3	51,2	23,5	5,1	3,9	0,8	9,8	
	B	4,5(0,9)	10,9(1,0)	46,3(1,1)	21,9(1,1)	4,6(1,1)	6,3(0,62)	5,5(0,15)	16,4(0,60)	7,5
30...45	A	5,2	12,2	53,8	17,5	5,2	5,5	0,6	11,3	
	B	4,8(1,1)	12,3(1,0)	53,2(1,0)	15,0(1,2)	4,6(1,1)	5,8(0,95)	4,3(0,14)	14,7(0,77)	1,3
50...70	A	3,4	10,1	52,1	19,3	4,0	6,7	4,4	15,1	
	B	3,2(1,1)	9,9(1,0)	50,5(1,0)	12,4(1,6)	3,4(1,2)	6,3(1,06)	14,3(0,31)	24,0(0,63)	3,0
70...90	A	3,2	8,6	59,3	16,3	4,7	5,3	2,6	12,6	
	B	3,3(1,0)	9,0(1,0)	53,9(1,1)	16,2(1,0)	3,1(1,5)	3,9(1,36)	10,6(0,25)	17,6(0,72)	6,9
Muld / Soil (18696) Kamar-gleimulla Bg-horisont, Vigala / <i>Horizon Bg of soddy gley soil, Vigala</i>										
28...35	A	0,1	0,8	88,7	6,3	0,9	0,9	2,3	4,1	
	B	0,1(1,0)	0,6(1,3)	85,7(1,0)	7,2(0,9)	0,4(2,3)	2,0(0,45)	4,5(0,51)	6,9(0,59)	3,6
Muld / Soil (18701) Kamar-gleimuld, Vigala / <i>Soddy gley soil, Vigala</i>										
0...30	A	0,5	0,9	32,8	46,8	9,9	6,3	2,8	19,0	
	B	0,3(1,7)	0,6(1,5)	17,8(1,8)	39,5(1,2)	10,6(0,9)	12,8(0,49)	18,7(0,15)	42,1(0,45)	45
Muld / Soil (18697) Kamar-gleimuld, Vigala / <i>Soddy gley soil, Vigala</i>										
0...28	A	0,3	0,7	39,4	45,3	7,2	4,7	2,4	14,3	
	B	0,2(1,5)	0,6(1,2)	26,6(1,5)	26,8(1,7)	22,3(0,32)	8,7(0,54)	14,8(0,16)	45,8(0,3)	32

* Fraktsiooni dispergeeritus, A:B / *Dispersion of the fraction, A:B.*

** K_{agr} – agregeerumisaste = $(a-b):a \times 100$, kus $a = >0,05$ mm läbimõõduga mikroagregaatide mass; b = sama suurusega granulomeetriliste osakeste mass.

K_{agr} – degree of aggregation = $(a-b):a \times 100$, where a = mass microaggregates with diameter > 0,05 mm; b = mass of granulometric particles with diameter > 0,05 mm.

Mulla mikroagregaatse koostise omapära on hinnatav mulla mikroagregaatse koostise (fraktsiooniti) võrdlemisel sama mullaproovi granulomeetrilise koostisega (tabel 4). Metodoloogiliselt tähendab see mõlemal juhul mullamassi fraktsioneerimist settimismeetodil. Ühel juhul võetakse mullakaalutis analüüsi keemiliselt töötlemata (mikroagregaatanalüüs), teisel juhul mullaagregaadid disperseeritakse (granulomeetrilise koostise analüüs).

Mikroagregaatsuse üheks näitajaks on mikroagregaatide vaherkord samamõõtmeliste granulomeetriliste (elementaarsete, mehaaniliste) osakestega. Seda vaherkorda eristatakse disperseerumise koefitsiendina, K_{dis} . Tabelis 4 on see näidatud sulgudes (A:B). K_{dis} iseloomustab mullamassi (peenese) fraktsioonilist ümberjaotumist mullaproovi disperseerimisel laboratoorselt.

Mida enam on muld agregeerunud, seda suuremad on erinevused mikroagregaatse ja granulomeetrilise koostise vahel.

Kõikide uuritud muldade kohta maksva tõsiasjana võib märkida K_{dis} arvulise näitaja vähenemist fraktsioonide läbimõõdu vähenemise suunas. Fraktsioonides 1...0,5, 0,5...0,25, 0,25...0,05 ja 0,05...0,005 mm on see ülekaalukamalt üle 1,0, fraktsioonides 0,005...0,001 ja <0,001...mm alla 1,0. Fraktsioonis <0,01 mm on see 0,4...0,7 piires. Eeltoodu poolt pole haritavatel muldadel erinevusi võrreldes mitteharitavatega, mida on lähemalt iseloomustatud varem (Kask, Jõgi, 2000).

Erinevate fraktsioonide K_{dis} arvulise väärtuse muutumises sügavuse suunas kindlasuunalist tendentsi ei täheldata. Enamikul juhtudel on muutused väikesed, mis mahuvad katsevea piiridesse.

Mikroagregaatsuse teiseks oluliseks karakteristikuks on agregeerumisaste ehk agregeerumishinne Beiveti ja Roadese (Vadjunina, Kortšagina, 1986) järgi, K_{agr} (tabel 1, lahter 11). See näitab, mil määral ületab agronoomilises mõttes kõige soodsamate mikroagregaatide mass, s.t. fraktsioonide 1,0...0,05 (1,0...0,5 + 0,5...0,25 + 0,25...0,05 mm) mass samamõõtmeliste granulomeetriliste osakeste massi (nende näitajate vahe protsentides mikroagregaatide massist). Mida suurem on K_{agr} arvuline väärtus, seda soodsam on mulla mikroagregaatsus.

Uuritud muldade 0...30 cm kihis on K_{agr} 2,6...45,0 piires. Selle vahemiku madalamad väärtused on iseloomulikud kerge lõimiseega muldadele, kõrgemad raske lõimisega gleistunud ja gleimuldadele.

Uuritud muldade 0...30 cm kihis eristub enam agregeerununa 10...20 (15...20) cm kiht. See on kiht, mis teraviljapõldudel kevadisel mullaharimisel jääb puutumata ja on ilmastikust ja väetamisest vähem mõjustatud kui pindmine 0...10 cm kiht.

25...30 cm kiht kujutab endast kihti, mida igal aastal ei kaasata künnikihti või ei ole seda veel kunagi juhtunud. Selle agregaatsus on võrreldes 10...20 cm kihi omaga väiksem, 0...10 cm kihi omaga võrreldes aga mõnel juhul suurem, mõnel juhul väiksem. Kamar-leetmuldades eristub uuritud muldadest kõige madalama agregeerumisastmega eluviaalhorisont e. A_2 - e. E-horisont (1, 3).

Arutus

Käesolevas artiklis esitatud materjal kujutab endast esmakordset trükis arvulistes näitajates avaldatud informatsiooni erinevate muldade struktuurist teraviljapõldudel. Vaatamata ulatuslikule materjalile tuleb siiski tõdeda, et senistel uurimistel laekunud analüütiline materjal ei ole piisav üldistuste tegemiseks kogu vabariigi kohta. Küll on sellest olulist abi mulla struktuuri eksperthindamise kõrval. On ju mulla struktuur mulla agrofüüsikaliste omaduste üks selliseid tahke, mis on hinnatavad visuaalselt mullamassi lagunemise järgi struktuuriagregaatideks mullaharimisel, haritud põllu mullapinna üldpildi, sademete ja tuule taluvuse järgi, mulla kuivamise ja niiskumisega esiletulevate tunnuste jm. järgi võib öelda, et visuaalselt hinnatavad tunnused reedavad erinevate muldade struktuuri ja struktuursuse eripära sageli täiuslikumalt kui lünklikud analüütilised andmed. See käib ka käesolevas töös makroagregaatsuse kohta. Nimelt eristatakse tabelis 1 makroagregaatide läbimõõduga üle 7 mm, s.o. pangaseid, jaotamata neid edasi suuruse ja kõvaduse järgi. Haritavad mullad on mõlema näitaja poolt suures piires erinevad.

Mulla struktuuri eksperthindamisel põllul on mulla panklikkus ning pankade kõvadus üheks põhiliseks arvestatavaks näitajaks. Nende tahkude iseloomustamisel ei ole välja kuju-

nenud ühtseid jaotusühikud. Tänapäeval eristatakse pangasteks Beiveri ja Roadese järgi agregate läbimõõduga üle 7 mm (Kask, Jõgi, 2000), varem eristati sellistena agregate Katšinski järgi läbimõõduga üle 10 mm (Reppo, 1962, 1965). Mõlemad need näitajad on tinglikud. Agregaaadi läbimõõdu nende piirväärtuste ületamine ei tähenda nende loomuse selgepiirilist muutumist, mõõduandvaks pangaste eristamisel on olnud makroagregaatide suurusliku jaotumise mõju mulla õhu- ja veerežiimile.

Pangastena eraldatavad makroagregaadid kujutavad endast granulomeetriliste osakeste kogumikke, mis oma sisemiselt ehituselt pole kõikidel juhtudel ühesugused. Ühel juhul jagunevad need mehaanilise surve suurenedes väiksemateks makro- ja mikroagregaatideks. Need on agregaaitsed pangased, mis on iseloomulikud rasketele huumusrikastele muldadele. Teisel juhul kujutavad pangased endast massiivset mullakamakad, mis ei jagune väiksemateks struktuuriagregaatideks. Need on tolmustunud ja paakunud mullamassist kuivalti lahti murtud mullakamakad, mis mehaanilise surve all purunevad väiksemateks tükikesteks, pseudoagregaatideks. Vees need lagunevad. Massiivsed pangased on iseloomulikud madala huumuse-sisaldusega ja happelistele rasketele muldadele.

Mulla panklikkuse hindamiseks ei ole üldkasutatavat skaalat. Arvestades seniseid uurimisandmeid (Reppo, 1965) ning vaadeldava uurimuse raames kogunenud materjali, pakutakse siin üle 7 mm läbimõõduga agregaatide, s.o. pankade osakaalu (%) hindamiseks järgmist skaalat, astmetega:

- * väga nõrgalt panklik alla 5
- * nõrgalt panklik 5...10
- * mõõdukalt panklik 10...20
- * tugevasti panklik 20...50
- * väga tugevasti panklik üle 50

Toodud panklikkuse astmeid võib (saab) kasutada uurimisaegse seisundi iseloomustamiseks. Mulla panklikkus on sõltuvalt maakasutusest, mullaharimisest, harimisaegsest mulla niiskusest jt. teguritest ajaliselt muutuv. Seepärast ei piisa ainult uurimisaegse seisundi hindamisest, mis suures osas sõltub haritavaal maal inimtegevusest.

Mulla roll pankade (pankliku struktuuri) moodustumisel seostub mulla paakumise soodumusega. (Pangad moodustuvad paakunud kuiva mulla kündmisel.) See seostub omakorda mulla iseloomulike omadustega nagu granulomeetiline koostis, struktuursus ja orgaanilise aine sisaldus. Seega võib muldade soodumust murenedes harimisel pankadeks siduda soodumusega paakuda ning seda omakorda mulla lõimise ja sellega seotud karakteristikutega:

- * mittepaakuvad mullad – liivmullad, turvasjad liivmullad ja turvasmullad,
- * nõrgalt paakuvad mullad – tolmjad sidusad liivmullad, saviliivmullad,
- * mõõdukalt paakuvad – kerged liivsavimullad,
- * tugevasti paakuvad – keskmised ja rasked liivsavimullad,
- * väga tugevasti paakuvad – savimullad.

Pankade mõõtmed haritavaal maal on kõige suuremad äsja küntud põllul. Külumisel ja sulamisel need murenevad vähem või rohkem, mullaharimisega tükeldatakse ja murendatakse. Üks ja sama koht põllul võib panklikkusest oluliselt erineda juba mõne päeva jooksul. Pankade läbimõõdu järgi (mm) võib eristada järgmisi astmeid:

- * peenpanklik 7...20
- * mugulpanklik 20...50
- * jämepanklik 50...100
- * hiidpanklik üle 100

Pankade vastupidavus välismõjutustele (külumisele ja sulamisele, niiskumisele ja kuivamisele, tuulele ja vihmapiiskade toimele, mullaharimisega kaasnevale survele jm.) on (fraktsioon >0,25 mm) erinev. Seda tahku ei ole seni lähemalt uuritud. Ekspertuuritingute alusel võib pankade vastupidavust nagu mulla makroagregaatide vastupidavust tervikuna siduda mulla lõimisega:

- * nõrgad – liiva- ja saviliiva pangad,
- * mõõduka tugevusega – kerge liivsavi pangad,
- * tugevad (kõvad) – keskmise ja raske liivsavi pangad,
- * väga tugevad (kõvad) – savipangad.

Just panklikkusest ja pankade vastupidavusest sõltub külvieelsete ja -järgse mullaharimisriistade valik ja töötluste arv.

Nagu eeltoodust nähtub, seostub muldade soodumus paakuda ja moodustada panku eelkõige mulla lõimisega ja sellega seotud omadustega. Selles suhtes erinevate muldade osakaalust pakub ülevaadet lõimiselt erinevate muldade osakaal haritavaal maal (tabel 5). Mil määral see avaldub praktilises maakasutuses, sõltub maakasutusest, ja eeskätt mullaharimisest.

Tabel 5. Lõimiselt erinevate muldade osakaal (%) haritavaal maal (Kokk, 1995)
Table 5. Part (%) of different textural class of soils on arable land

Lõimise klass <i>Textural class</i>	Pindala tuh. ha <i>Area in thous. ha</i>	%
Liiv / <i>Sand and loamy sand</i>	163,2	15,1
Saviliiv / <i>Sandy loam</i>	338,8	31,5
Liivsavi / <i>Clay loam</i>	421,3	39,2
Savi / <i>Clay</i>	60,9	5,6
Turvas / <i>Peaty</i>	92,3	8,6

Mulla struktuursus ja tuuleerosiooniohtlikkus. Mulla tuule-erosiooniohtlikkus sõltub selle lõimisest ja agregaatusest (need on omavahel seoses). Üldtunnustatud seisukoha järgi (Kauritšev, 1981) loetakse tuule-erosiooniohtlikeks need mullad, milles alla 0,5 mm läbimõelduga agregaatide osakaal on üle 50%. Sellest piirväärtusest lähtudes on meil tuule-erosiooniohtlikud kõik liivmullad, sealhulgas turvasjad liivmullad (vt. tahvel II) ning koreserikkad saviliivmullad nagu näiteks muld Järnis (tabel 1, profiil 5). Tuuleerosiooniohtlikeks muldadeks on ka turvasmullad. Lähtudes erineva lõimisega muldade osakaalust haritavaal maal (tabel 5), võib tuule-erosiooniohtlikuks lugeda kolmandikku¹ haritavatest muldadest.

RPI "Eesti Põllumajandusprojekti" 1988. a. väljastatud andmete alusel (vt. Kask, 1990) oli delfatsiooni, s.o. tuuleerosiooniohtlike maid Eestis umbes 201 000 ha. See moodustas tolleaegsest haritava maa pindalast (ligikaudu 1 085 500 ha) 18,5%. Tuuleerosioon kahjustab selliseid muldi vaid siis, kui muld on kuiv ja kultuuridega katmata ning ilm tuuline.

Agregaatide optimaalne suurus. Taimede kasvuks – juurte pikkuskasvuks ja saagi moodustumiseks – on soodsamaks 1...2 mm läbimõelduga agregaatide domineerimine mullamassis (Dexter, 1978). Suurema läbimõelduga agregaadid soodustavad mulla veeläbilaskvust ning halvendavad seemne ja juurte kontakti mullaga. Eestis on 1...2 mm makroagregaatide fraktsioon suurim kerge ja keskmise lõimisega muldades (tabel 1, profiilid 1, 2 ja 4), madalaim (kerges) saviliivmullas (profiil 5) ja raskes liivsavimullas (profiil 6).

Haritavate ja mitteharitavate muldade võrdlus. Maade kasutuselevõttuga haritavateks kõlvikuteks tulevad mulla struktuuris esile muutused, mis on seotud mulla orgaanilise aine sisalduse ja selle loomuse muutumisega (vt. Kask, 1999) ning põllutöödega (mullaharimine, väetamine jm.) kaasnevate mõjutustega. Erinevused mitteharitavate ja haritavate muldade agregaatuse vahel on täheldatavad visuaalselt juba mulla kaevamisel. Kõige ilmekamalt avaldub see üle 7 mm või üle 10 mm läbimõelduga agregaatide edasises suuruslikus jaotumuses. Mitteharitavates muldades on selles fraktsioonis esindatud peamiselt peenpangad (7...20 mm), jäme- ja hiidpanku A_{org}-horisondi murendamisel harilikult ei moodustu. Haritavatel rasketel muldadel on need küntud põllul aga harilikud.

Agregeerunud (fraktsioon >0,25 mm) ja tolmustunud (<0,25 mm) mullamassi vahekorda (huumushorisondis) Põhja-Eesti kamar-karbonaatmuldades on arvulistes näitajates iseloomustanud E. Reppo (1966). Tema materjalidest selgub, et agregeerunud mullamassi (kuivisõelumise järgi) osakaal on nendes muldades tervikuna väga kõrge, domineerivalt üle 90% kogumassist (tabel 6).

Siiski on see teraviljapõldudel mõne protsendi võrra väiksem kui metsas ja rohumaal. Vastavalt sellele on samavõrra suurem tolmustunud mullamassi osakaal. Tabelis 6 leiab arvulistes näitajates kinnitust ka tõsiasi, et põllul ja eriti põldheina põldudel on pankjate agregaatide (antud juhul fraktsioon >10 mm) osakaal suurem kui metsas ja rohumaal.

¹ Selles hinnangus on liiv- ja turvasmulla kõrval loetud tuuleerosiooniohtlikuks üks neljandik saviliivmuldadest (ekspert hinnang).

Tabel 6. Põhja-Eesti kamar-karbonaatmuldade huumushorisoni agregeerunud ja tolmustunud mulla-massi osakaal (%) erinevatel kõlvikutel

Table 6. Part (%) of aggregated and desaggregated soils mass in humus horizon of sod-calcareous soils North-Estonian on different lands

Kõlvik / Land	n	Fraktsioonid, mm / Fractions, mm			
		>10	<0,25	>0,25	10...0,25
Mets / Forest	17	13,6	6,2	93,8	80,2
Rohumaa / Grassland	45	16,8	8,3	91,7	74,9
Põld / Field*	17	17,1	10,6	89,4	72,3
Põld / Field**	32	21,8	9,6	90,4	68,6

* Teraviljapõld; ** põldheina põld ja sööt

* Grain field; ** hayfield

Arvestatavad vahed muldade struktuuris erinevatel kõlvikutel esinevad agregaatide veele vastupidavuses. Põhja-Eesti muldade näidetel iseloomustab seda ulatusliku materjali alusel samuti E. Reppo (1965, 1966; tabel 7).

Tabel 7. Põhja-Eesti kamar-karbonaatmuldade huumushorisoni veele vastupidavate struktuuriagregaatide osakaal (%) erinevatel kõlvikutel

Table 7. Part (%) of water stability aggregates in soils North-Estonian on the different lands

Mullad Soils	Kõlvik Land	n	Fraktsioonid, mm / Fractions, mm			
			>10	<0,25	>0,25	10...25
Paepealsed mullad Sod.-calcareous soils on limestone	Mets / Forest	8	4,1	12,3	87,7	83,6
	Rohumaa / Grassland	26	3,0	17,0	83,0	80,0
	Põld / Field*	16	0,5	46,3	53,7	53,2
	Põld / Field**	6	0,6	32,6	67,4	67,4
Rähkmullad Sod. calcareous soils on moraine	Mets / Forest	8	7,5	10,9	89,1	81,6
	Rohumaa / Grassland	24	6,1	12,6	87,4	81,3
	Põld / Field*	28	0,3	39,5	60,5	60,2
	Põld / Field**	22	1,7	28,2	71,7	70,0
Leostunud kamar- karbonaatmullad Leached sod- calcareous soils	Mets / Forest	4	5,2	9,6	90,4	85,2
	Rohumaa / Grassland	12	16,1	11,2	88,8	72,7
	Põld / Field**	14	1,2	34,1	65,9	64,7
Leetjad kamar- karbonaatmullad Podzolized sod- calcareous soils	Mets / Forest	12	8,0	17,3	82,7	74,7
	Rohumaa / Grassland	8	28,8	14,2	85,8	57,0
	Põld / Field**	26	1,1	33,2	66,8	65,7

* Teravilja põld; ** põldheina põld

* Grainfield; ** hayfield

Sellest nähtub, et veele vastupidavate makroagregaatide (>0,25 mm) osakaal on teravilja põldudel kõikide kamar-karbonaatmuldade (huumushorisonis) alltüüpide keskmiste tasemel oluliselt madalam kui metsas ja rohumaadel. Vastavalt sellele on suurem tolmustunud mulla-massi (< 0,25 mm) osakaal. Põldheinapõllul on need näitajad teraviljapõllu ja metsa ning rohumaaga vastavate näitajate vahepealsed.

Materjali vähesus ei võimalda esitada eespool toodule samaväärseid andmeid Eesti kamar-leetmuldade ning nende gleistunud analoogide kohta. Ulatuslikud uurimised selles valdkonnas mujal kinnitavad (Bondarev, 1965, jt.), et kamar-leetmuldade struktuursus muutub seesamas maakasutusega samas suunas kui kamar-karbonaatmuldades.

Lõpetuseks

Artiklis esitatu on jätkuks E. Reppo Põhja-Eesti muldade struktuuri uurimistele, (Reppo 1962, 1965). Uute uurimisandmete kõrval on artiklis teema terviklikkuse huvides ära toodud ka E. Reppo seni trükis avaldamata üldistavaid (tabelid 7 ja 8) andmeid Põhja-Eesti muldade

kohta. Tuginedes senistele analüüsiandmetele, samuti eksperthinnangutele, võib Eesti haritavate muldade struktuuri kohta märkida alljärgnevat.

1. Haritavate muldade struktuuri karakteristikud (erinevatel põldudel või põllu osadel) seostuvad muldade eristamise (tüpoloogiliste) ühikutega nagu ka mitteharitavatel maadel (Kask, Jõgi, 2000). Kamar-karbonaat- ja soostunud kamarmullad kui keskmistest huumusrikamad ja soodsama reaktsiooniga mullad on üldiselt paremate karakteristikutega kui kamarleetmullad.

2. Praegusel ajaetapil seostuvad erinevused haritavate muldade struktuuris kõige tihedamalt mulla lõimisega. Reas *kerged ... keskmised ja rasked mullad* suureneb mulla agregatsioon ning agregaatide vastupidavus vee ja tuule toimele, samuti mehaanilisele survele. Kerged mullad on nõrga agregatsiooniga, kergelt haritavad (panklikkus ei ole nende muldade harimisel probleemiks) ja tuuleerosiooniohtlikud. Viimased moodustavad koos turvastunud ja turvasmuldadega ligikaudu kolmandiku vabariigi haritavatest muldadest. Keskmise raskusega muldade agregatsioon on suhteliselt hea: makroagregaatideks agregeerunud mullamassi osakaal on teravilja koristuse ajal valdavalt üle 80%, fraktsioonist >0,25 mm on veele vastupidavaid agregaatide künnikihi valdavalt üle 50%, mikroagregaatide fraktsiooni <0,01 mm dispersioonikoefitsient on 0,4...0,5 piirides. Keskmise raskusega mullad on mõõdukalt panklikud. Optimaalsel ajal ja viisil harimisel mulla panklikkus taimekasvatuses häirivaks teguriks ei ole. Rasked mullad eristuvad tugevasti panklike muldadena. Eriti tugevasti tuleb see esile madala huumusesisaldusega muldadel, Lõuna-Eesti erodeeritud muldadel ja Lääne-Eesti kamargleimuldadel. Raskete muldade kaldumus paakuda ja moodustada harimisel panku on mulla harimist oluliselt raskendavaks teguriks ligikaudu 10% haritavast maast.

3. Mulla agregatsioon ja sellega seotud teised struktuuri karakteristikud on ajaliselt muutuvad suurused. Üheksakümnendatel aastatel vähenes Eestis oluliselt väetiste kasutamine, sealhulgas orgaaniliste väetiste kasutamine. See tõsiasi lubab arvata, et viimase kümne aasta jooksul on haritavate muldade agregatsioon Eestis nõrgenenud. Muldade agregatsiooni on halvendanud veel künnikihi süvendamine, materjali künnikihti kaasamine allasuvatest horisontidest, eluviaal- või illuviaalhorisondist.

Kirjandus

- Bondarev: Бондарев А. Г. Структура дерново-подзолистых почв и опыт их улучшения при помощи полимеров. – Почвоведение, № 7, 1965.
- Dexter, A. R. A stochastic model of root growth in tilled soil. – J. of Soil Science, vol. 29, p. 102...106, 1978.
- Jõgi, Ü. Teravilja tootmispõldude mulla struktuurisest seisundist. – Aruanne EMVI-is, Saku, 1992. – 19 lk. (käsikiri).
- Kask, R., Jõgi, Ü. Eesti mitteharitavate kõlvikute automorfsete muldade ja poolhüdromorfsete muldade struktuursusest. – Agraarteadus, nr. 1, lk. 41...58, 2000.
- Kauritšev: Кауричев И. С. Почвоведение, с. 181.
- Реппо: Реппо Э. Влияние способов использования угодий маломощной почве. – Научн. тр. ЭстНИИЗМ, I, с. 71...77, 1962.
- Реппо: Реппо Э. Агрономические свойства структуры дерново-карбонатных почв Эстонии. – Диссертация на соискание ученой степени канд. с/х наук, Саку, 1965 – 226 с.
- Реппо: Реппо Э. Агрономические свойства структуры дерново-карбонатных почв Эстонии. – Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. с/х наук, 1966 – 29 с.
- Vadjunina, Kortšagina: Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. – Москва, с. 61...62, 66...67, 1986.