



A B C

MULLA

V o s a

Mulla struktuurus

Mis on mulla struktuursus?

Struktuursus on mulla omadus pudeneda mitmesuguse suuruse ja kujuga agregaatideks ehk sõmerateks, mida eraldavad üksteisest poorid ehk tühimikud.

Mulla struktuursust ei tohi segi ajada tekstuuri ehk **lõimise**ga, mis näitab erineva suurusega osakeste suhtelist osakaalu mullas, samal ajal kui struktuuriagregaatide puhul on need üksikud osakesed kleepunud või liidetud suuremateks või väiksemateks sõmerateks.

Mulla struktuursus määrab vee ja õhu mulda sisenemise ja mulla läbimise kiiruse, mis omakorda mõjutab näiteks vee ja toitainete kättesaadavust taimedele ning mullaorganismide elupaika.

Kuidas kujuneb mulla struktuursus?

Mulla struktuursuse kujunemiseks on vaja esmalt piisavalt materjali, mis võiks omavahel kokku kleepuda või mis aitaks osakesi kokku kleepida. Selleks peab mullas olema piisavalt savi- (läbimõõduga alla 0,002 mm) ja kolloidosakesi (läbimõõduga 1–100 nm). Teiseks peab mullas olema piisav hulk kahe- ja kolmevalentseid katioone (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}), et toimuks kolloidide väljasadetumine. Kolmandaks on struktuuriagregaatide tekkes ja säilimises väga tähtis osa mulla huumusel, sest kolloidid võivad pärineda nii mulla mineraalsest kui ka orgaanilisest osast. Kui üks neist kolmest tingimusest on täitmata, ei pruugi mulla struktuursust tekkida.

Näiteks liivad on kuivana üksikteralised, sest seal on väga vähe saviosakesi ja kolloide, kuid vesi ja huumusained ning Fe- ja Al-oksiidid võimaldavad ka liivateradel kokku kleepuda mitmesuguse tugevusega agregaatideks (♣).



Kuiv üksikteraline liiv (vasakul), väga nõrga struktuuriga märg liiv (keskel) ning huumus- ja rauaühendite toimel tsementerunud tugeva struktuuriga liiv (paremal).

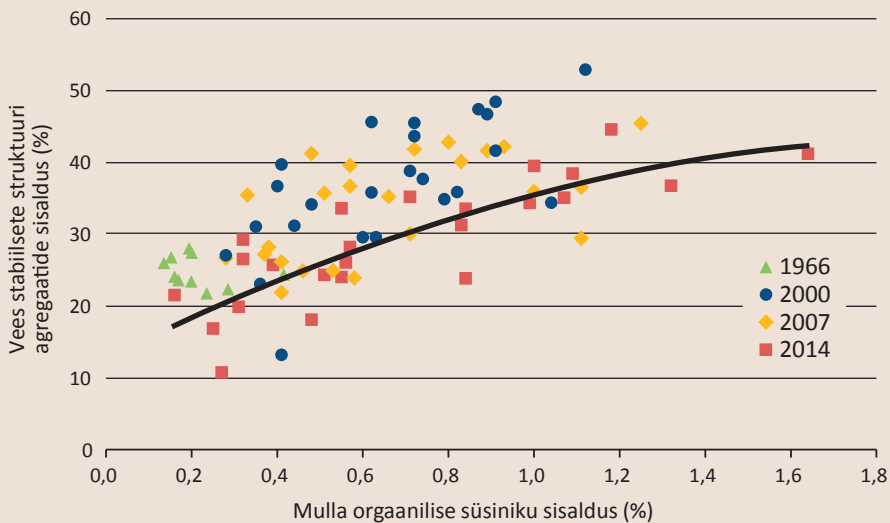


Paod kuivanud savimullas Pärnumaal (vasakul) ja külmakerked talirüpsi põllul madalloomullal Harjumaal (paremal).

Mullaagregaatide moodustumisel toimub esmalt kolloidide koagulatsioon (sadenemine) ja moodustuvad suuremad helbed. Savid, orgaanilised ühendid, karbonaadid või raud- ja alumiiniumoksiidid stabiliseerivad need helbed suuremateks kogumiteks ja mikroagregaatideks (läbimõõduga alla 0,25 mm). Nii abiootiliste (kolloidide sadenemine mikroagregaatide pinnale) kui ka biotiliste tegurite (seeneniidistik, juureeritised jms) toimel leiab aset agregaatide liitumine ja moodustuvad makroagregaadid (üle 0,25 mm). Väliste mõjurite toimel võivad agregaadid veelgi omavahel kokku kleepuda ja tiheneda või vastupidi, lõhustuda ning peenemaks muutuda.

Selliseks väliseks mõjuriks võib olla kuivamise ja märgumise ning külmumise ja sulamise vaheldumine, mille tulemusena struktuuriagregaatide nii lõhutakse kui ka liidetakse (↑).

Mida rohkem on mullas saviosakesi ja kolloidide sadestavaid katioone, seda tugevamad ja vastupidavamad väliste mõjutustele on struktuuriagregaadid. Ka mulla huumus, mis kolloidse aina koaguleerub kaltsiumi ja magneesiumi ionide toimel pöördumatult, moodustab agregaatide pinnal elastse, vee lahustumatu kleepaine, mis veelgi suurendab struktuuriagregaatide püsivust ja vastupidavust vee toimele. Siiski ei tugevda mulla orgaanilise aine osakaalu suurendamine struktuuriagregaatide stabiilsust lõputult. Kui orgaanilist ainet saab liiga palju, väheneb mineraalsete kolloidide ja savi osakaal sel määral, et struktuursus hakkab nõrgenema. Küllastuspunkti saabumine sõltub eelnevast orgaanilise aine sisaldusest ning lõimisest (joonis 1). Turvasmuldadel, kus mineraalsete kolloidide osa on väike ja orgaaniline materjal halvasti lagunenud, struktuursust ei kujune.



JONIS 1. **Mulla süsiniku sisalduse suurenemine on parandanud struktuuriagregaatide stabiilsust.** Mulla orgaanilise süsiniku ja vees stabiilsete struktuuriagregaatide (0,25–1 mm) seos mullatekke katses punakaspruunil saviliivmoreenil 50 aasta jooksul (Are *et al.* 2020 andmetel).

Väga tähtis osa struktuursuse tekkes on elustikul (taimed, mikroorganismid, vihmaussid jt). Taimejuured nihutavad mulda tungides mullaosakesed paigast ja suruvad need kokku ning juured põimivad väiksemaid osi suuremateks. Mullas elavad putukad ja teised loomad kobestavad mulda; nende elutegevuse tulemusena tekib mulda koprolite – väljaheiteid, mis koosnevad seedetrakti eritistega läbiimbunud mullaosakestest. Kui mullas on rohkesti orgaanilist ainet, on seal tavaliselt ka palju vihmausse ning nende mõju struktuursuse kujunemisele on suur. Bakterid ja seened eritavad mulda aineid (nt glomaliin), mis seovad või tsementeerivad mullaagregaate. Need ained mitte ainult ei aita kaasa struktuuriagregaatide moodustumisele, vaid tagavad ka agregaatide vastupidavuse. Lisaks aitab seeneniidistik mullaosakesi suuremateks agregaatideks kokku põimida.

Eesti mullad varieeruvad struktuursuse väljakujunemise, selle tugevuse ja struktuuriagregaatide põhikuju poolest ka looduslikes tingimustes. Liivadel kujunenud väikse huumusesisaldusega leetunud ja leedemullad on peamiselt nõrga tompja struktuuriga, kuid võivad olla ka üksikteralised või sisseuhtehorisontides huumuse-, alumiiniumi- ja rauaühendite väljasadenemise tõttu tsementeerunud nõrgkiviks. Tugeva ja ühtlase ning peene teralis-pähkelja struktuuriga on karbonaatsel moreenil kujunenud rähkmullad ning leetunud ja leetjad mullad. Punakaspruunil karbonaativabal moreenil kujunenud näivleotunud muldade huumushorisondi struktuursus on nõrgalt välja kujunenud ning struktuuriagregaadid (pähkeljad, tompjad) alluvad kergesti välistele mõjudele.



Suviadra (üleväl) ja hübriid-lutserni (paremal) taimed, mis on kasvanud hea struktuuriga ja tihendatud kompakse struktuuriga kergel liivsaviilõimisega mullal.



Mulla struktuursuse tähtsus seisneb selles, et struktuurse mulla veemahutavus on suurem kui struktuurital üksikteralisel mullal. Suuremast veehoiuvõimest tingituna on taimed struktuurses mullas paremini veega varustatud ja lühema kestusega põuaperioodid ei mõjuta oluliselt taimede saagikust (♣). Et struktuuriagregaatide sees valitsevad anaeroobsed, agregaatide pinnal aga aeroobsed tingimused, toimub orgaanilise aine mineralisatsioon ja taimetoitainete vabanemine struktuurses mullas ühtlaselt. Struktuuritus, üksikteralises mullas on vesi ja õhk antagonistid. Rohkete sademete korral täituvad kõik poorid veega ning põuaperioodil õhuga. Üksikteraliste raskema lõimisega muldade filtratsioon on äärmiselt väike, mistõttu sademete ajal esineb neil tihti pinnavett. Kuivades tekib aga niisuguse mulla pinnale tihe koorik, mis takistab seemnete idanemist ning gaasivahetust mulla ja atmosfääri vahel. Struktuursete muldadega võrreldes alluvad struktuuritud üksikteralised mullad kergemini nii vee kui ka tuuleerosioonile.

Struktuursuse klassifikatsioon

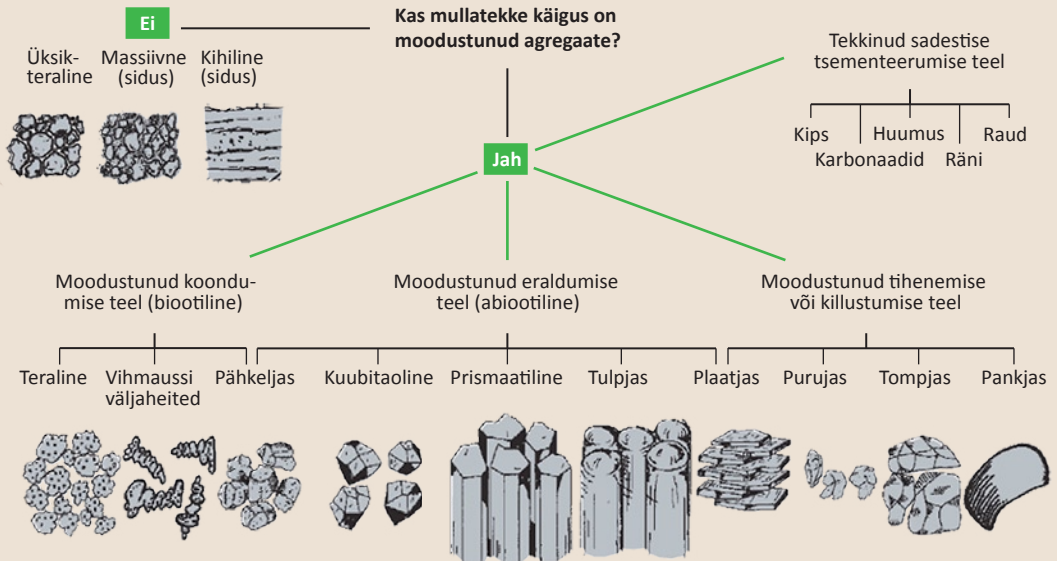
Mulla struktuursuse kohta on kasutusel mitu klassifikatsiooni, ent nende kõigi põhimõtte on sarnane: struktuuriagregaate eristatakse nende välise kuju, suurus ja tugevuse järgi. Esmalt jagatakse mullad struktuurituteks ja struktuurseteks ning seejärel vaadeldakse struktuuriagregaatide kuju (joonis 2).

Struktuuritud mullad jagunevad üksikteralisteks ja massiivseteks.

- **Üksikteralistised** või väga nõrga struktuursusega on meil tavaliselt kuivad lahtised liivad (liiv rannas).
- **Massiivsed** on seevastu märjad savid, mis võivad kuivades praguneda ja moodustada suuremaid tompe. **Kihiline massiivne** struktuur tuleneb üldjuhul lähtekivimi settelisest iseloomust ja on omane tolmurikkamale materjalile.

Struktuursetes muldades eristatakse kuju järgi teralisi, kuubitaolisi (sh pähkelaadseid), prismaatilisi, tulpjaid, plaatjaid ja tompjaid struktuuriagregaate.

- **Teralistid:** sferoidid või hulktahukad, millel on kõverad või ebakorrapäraseid pinnad ja mis pole ümbritsevate agregaatide osad.
- **Kuubitaolised:** peaaegu võrdmõõtmelised kuubid või hulktahukad, millel on lamedad või veidi ümarad pinnad. Soovitav on jaotamine **kuubitaoalisteks** (ingl *angular blocky*), mille küljed ristuvad suhteliselt teravate nurkade all, ja **pähkeljateks** (*subangular blocky*), millel need ristuvad ümarate nurkade all.



JOONIS 2. Mulla struktuuriagregaatide jaotus kuju järgi (Guidelines... 2006).

Massiivne märg savi
Hiiumaal



Kihiline struktuuritu muld
Sloveenias Pokljuka lähedal



Teraline struktuur



Vihmaussi väljaheited ehk koproliidid



Pähkeljas struktuur



Kuubitaoline struktuur





Prismaatiline struktuur tolmjal materjalil (lössil) Poolas



Mulla tihenemise tagajärjel tekkinud plaatjas struktuur kerge liivsaviilõimisega mullal Eestis (↑) ja savirikkal mullal Poolas (↓)



Tulpjas struktuur sooldunud mullal Altai mägedes



Pankjas struktuur



- **Plaatjad:** lamedad, piiratud vertikaalsete mõõtmetega; üldiselt orienteeritud horisontaaltasapinnale ja tavaliselt kattuvad.
- **Prismaatilised:** mõõtmed on piiratud horisontaalselt ja piki vertikaaltasapinda pikendatud; vertikaalsed pinnad on selgete piirjoontega; servad ristuvad tavaliselt suhteliselt teravate nurkade all.
- **Tulpjad:** sarnanevad prismaatilistega, kuid on ümarate kübaratega.
- **Purujad, tompjad ja pankjad:** loodud tavaliselt kunstliku vahelesegamisega, näiteks harimisega, ja on mõõtmetelt suhteliselt suured.

Lisaks eristatakse veel kivimite ja kiilukujulise struktuuriga muldi.

- **Kivimite struktuuriga:** murenemise tagajärjel on massiivne kivim muutunud poorseks materjaliks, kuid säilitanud algele kivimile iseloomuliku välimuse. Tavaline moondekivimite murenemisel (basalt, kvartsiit).
- **Kiilukujulised:** elliptilised läätsed, mis lõpevad teravate nurkadega, mida piiravad libedad küljed. Tavaline suure paisuvusega savimuldades (*Vertisols*).

Mullas ei ole struktuuriagregaadid peaaegu kunagi ühesuguse kuju ja suurusega, mistõttu mulda kirjeldades eristatakse ka üleminekuvariante, näiteks, teralis-tompjas, pähkeltas kuni kuubitaoline jms.

Tompjas struktuur



Kivimi struktuuriga muld murenenud basaldil Brasiilias



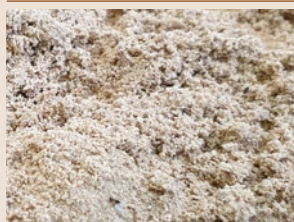
Läikiva pinnaga kiilukujulised struktuuriagregaadid Hispaanias



Struktuuriagregaatide tugevus

Mulla struktuursus võib olla välja kujunenud nõrgalt, mõõdukalt või tugevalt. Nõrga struktuursuse korral on agregaadid vaevu eristatavad, mõõduka struktuursuse korral äratuntavad ning tugeva (selge) struktuursuse korral kergesti jälgitavad.

Nõrk, mõõdukas ja tugev struktuursus.



Struktuuriagregaatide suurus

Suuruse järgi jagatakse mulla struktuuriagregaadid üldjuhul mikroagregaatideks, mille läbimõõt on alla 0,25 mm, ja makroagregaatideks, mille läbimõõt on sellest suurem. Makroagregaadid koosnevad mitmest väiksemast mikroagregaadist, mida ühendavad mikroobid, taimed ja loomad ning nende toodetud keemilise ühendid (nt juureeritised).

TABEL 1. Struktuuriagregaatide suurusklassid kuju järgi (Guidelines... 2006).

Suurusklass	Struktuuriagregaatide kuju		
	Teraline / Plaatjas	Prismaatiline / Tulpjas	Kuubitaoline / Pankjas /Tompjas
Väga peen/õhuke, mm	< 1	< 10	< 5
Peen/õhuke, mm	1–2	10–20	5–10
Keskmine, mm	2–5	20–50	10–20
Jäme/paks, mm	5–10	50–100	20–50
Väga jäme/paks, mm	> 10	100–500	> 50
Erakordselt jäme, mm	–	> 500	–

Konsistents

Konsistents viitab mulla massi kokkuhoidmis- ehk nakkumisastmele. See hõlmab selliseid mulla omadusi nagu rabeledus, plastilisus, kleepuvus ja survekindlus ning sõltub suuresti savi kogusest ja tüübist, orgaanilise aine osakaalust ja mulla niiskusesisaldusest. Enamasti kirjeldatakse mulla konsistentsi tema profiili loomulikes niiskustingimustes. Kui muld on kuiv, tuleb märja konsistentsi ja niiskete tingimuste kirjeldamiseks lisada mullaproovile vett.

TABEL 2. **Niiske mullamassi konsistents** (Guidelines... 2006).

Pude	Pole sidus
Väga rabe	Muld pudeneb juba väga õrnal puudutusel, kuid on kokku vajutades sidus.
Rabe	Muld pudeneb kergesti õrnal kuni mõõdukal survele nimetissõrme ja pöidla vahel, kuid on kokku vajutades sidus.
Tugev	Muld pudeneb mõõdukal survele nimetissõrme ja pöidla vahel, kuid vastupanu on tuntav.
Väga tugev	Muld pudeneb alles tugeval survele, vaevu purustatav nimetissõrme ja pöidla vahel.
Erakordselt tugev	Muld pudeneb ainult väga tugeva surve all, nimetissõrme ja pöidla vahel pole seda võimalik purustada.

Parimad tingimused mulla struktuursuse kirjeldamiseks on siis, kui muld on mõõdukalt niiske, s.t väliveemahutavuse juures (mis omakorda on 70% maksimaalsest veemahutavusest). Liiga märgades tingimustes muutub muld esmalt plastiliseks ja siis voolavaks ning agregaadid ei eraldu üksteisest. Sama juhtub liiga kuivades tingimustes, kus agregaadid võivad olla liiga tugevalt kokku kleepunud.



Muld on struktuursuse määramiseks paraja niiskusega ning ühtlaselt märg.



Muld on struktuursuse määramiseks liiga märg.



Muld on struktuursuse määramiseks liiga kuiv.

Mulla struktuursuse määramine

Kuju. Struktuuriagregaate saab kuju järgi jaotada ainult visuaalselt. Olemasolevat struktuuri tuleb võrrelda võrdlusjoonte või -piltidega (vt eespool). Tavaliselt kirjeldatakse kuju välitingimustes ja mullakihtide kaupa.

Suurus. Välitingimustes hinnatakse struktuuriagregaatide suurust silma järgi. Laboritingimustes on tavalisimaks meetodiks sõelumine. Olenevalt eesmärgist valitakse selleks sobiva avasuuruse ja -kujuga sõelad. Suurusklasside kaupa sõelutakse nii kuiva kui ka niisket mulda. Sageli nõuab püstitatud eesmärk mõlema meetodi kasutamist.

Sõelumine on kõige populaarsem uurimisviis, kui soovitakse määrata mullaharimise ja tuuleerosiooni mõju. Tuuletundlikuks peetakse fraktsiooni osakeste läbimõõduga alla 0,84 mm. **Agronoomilisest seisukohast on mulla künnikihis kõige sobivamad 1–10 mm läbimõõduga teralised, tompjad või pähkeljad struktuurid.** Mõnes allikas peetakse selleks vahemikuks 2–4,75 mm.



Välitingimustes kirjeldatakse peale kuju ja suuruse ka struktuursuse väljakujunemise astet ja struktuuriagregaatide konsistentsi (vt tabel 1). Mulla klassifitseerimiseks iseloomustatakse kõikide horientide struktuursust eraldi.

Põllumajanduses on oluline eelkõige huumushorisoni struktuursuse hindamine.

Huumushorisonis on ülemine haritav 8 cm hea struktuursusega, kuid sügavamal on muld tihenenud, pankjas ja mureneb esmalt pigem horisontaalselt kui vertikaalselt.

■ Pannitest (Müller 2011 järgi)

Muld peab määramiseks olema mõõdukalt niiske. Kõigepealt tuleb eemaldada mulla pindmine 0–5 cm kiht, mis on enamasti tihedalt juurtega läbi põimitud.

- 1) Eemaldage labidaga mullast kuubik küljepikkusega 20 cm.
- 2) Kukatage mullaproov maksimaalselt kolm korda ühe meetri kõrguselt kindlale alusele (sobib suurem metallist või plastist kandik, n-ö pann). Kui suured tükid kohe ei purune, kukutage neid ükshaaval veel kuni kaks korda. Kui labidatäis mulda puruneb väikesteks tükkideks juba pärast esimest või teist kukutamist, pole vaja tegevust korrata. Kindlasti ei tohiks tükke maha kukutada rohkem kui kolm korda.
- 3) Tükeldage iga suurem mullatükk käsitsi mööda avatud murdepindu või pragusid.
- 4) Liigutage kõige jämedamad osad „panni“ ühte otsa ja kõige peenemad teise. See annab mõõdupuu koondsuuruse jaotuseks.
Võrrelge saadud agregaatide jaotust võrdluseks toodud piltidega (▼).



Head tingimused:

suurema osa moodustavad peenagregaadid, märgatavat kokkuleepumist suuremateks tükkideks ei ole.



Mõõdukad tingimused:

mullas esineb nii suuremaid kui ka väiksemaid struktuuriagregaatide, kuid suuremad agregaadid hõlmavad 1/3 kuni poole panni pindalast.



Halvad tingimused:

muld sisaldab märkimisväärses koguses niihästi jämedaid kõvasid tükke kui ka rabedaid peeneid struktuuriagregaatide.

Enne mullakuubiku kukutamist pannile võib visuaalselt hinnata poorsust, juurestatust, elustikku, lõhna jms omadusi. See annab parema ülevaate tai- mede kasvukeskkonnast.

Pannitest sobib eeskätt mulla tihenemise hindamiseks ega ole kasutatav struktuuri üksikteralise mulla uurimisel. Seetõttu peaks koos pannitesti tegemisega kindlasti hindama ka struktuuriagregaatide stabiilsust.

Stabiilsus. Struktuuriagregaatide stabiilsust määratakse välitingimustes agregaatide pöidla ja nimetissõrme vahel pigistades (vt tabel 2). Sel moel on võimalik agregaatide kõvadust või stabiilsust hinnata just niisuguse veesisalduse juures, nagu mullal parasjagu välitingimustes on.

Üks põhilisi meetodeid struktuuriagregaatide stabiilsuse määramiseks laboritingimustes on **märgsõelumine**, mille käigus mulda loksutatakse vees või kastetakse mullaagregaatide sõelumise käigus. Kasutusel on nii mitme kui ka ühe sõela meetod. Kuna mitme sõela puhul on protseduur aeganõudvam, kasutatakse põhiliselt ühe sõela meetodit. Sel juhul tehakse mulla eelsõelumine soovitud suurusklasside saamiseks ning iga suurusklassi stabiilsus määratakse eraldi. Tavalisim suurusklass vees stabiilsete agregaatide määramisel on läbimõõdu järgi 0,25–2 mm.

Et teada saada, millist jõudu on vaja struktuuriagregaatide purustamiseks, asetatakse üksik agregaat kahe plaadi vahele, millele avaldatakse survet. Registreeritakse jõud, mille juures agregaat puruneb.

Muld on harimise käigus pudenenud erineva suuruse, kuju ja tugevusega struktuuriagregaatideks.



■ **Agregaatide stabiilsust vees** saab igaüks hinnata ka lihtsate vahenditega kodustes tingimustes. Selleks läheb vaja üheliitrist purki või plasttopsi, 1 cm² suuruste avadega metall- või plastvõrku (sobib aianduskauplustes müüdav puukaitsevõrk), vett ja õhukuiva mulda.

- 1) Täida tops veega, aseta topsi peale võrk selliselt, et võrgu alumine osa jääks ca 1/3 sügavusele topsi.
- 2) Aseta kolm 4–6 cm läbimõõduga mullatükki vette võrgule ning oota 5–10 minutit.

Tulemuse järgi (võrdle seda piltidega ♣) saadki anda hinnangu oma mulla struktuuriagregaatide stabiilsusele.

Kui muld on peeneteraline, võib kogu muld kohe läbi võrgu vajuda. Ent kui seejuures jääb vesi 5–10 minuti möödudes selgeks, on struktuuriagregaadid **stabiilsed** ning tingimused **head**. Sama võib juhtuda struktuuritute üksikteralist liivadega, kuid sel juhul on tingimused **halvad**.



Head tingimused: muutusi ei ole, muld püüdnud peenemate agregaatide kujul topsi põhja, kuid vesi on endiselt selge ja läbipaistev.



Mõõdukad tingimused: agregaadid purunevad, osa jääb võrgule, kuid osa pudeneb topsi põhja. Vesi on kergelt hägune.



Halvad tingimused: agregaadid lagunevad täielikult, vesi on hägune.

Kirjeldatud meetodid sobivad struktuursuse hindamiseks mineraalmuldadel ja hästi lagunenuid, juba mineraliseeruvatel madalsoomuldadel põllumajanduslikus kasutuses, kuid mitte teistel turvasmuldadel. Keskmiselt või halvasti lagunenuid turvastel hoiavad mulda koos lagunemata taimekiud ning mineraalmuldadega võrreldavat struktuursust ei kujune.

Struktuursuse hävimine

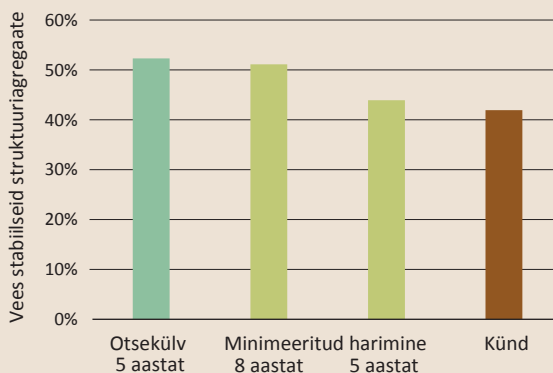
Struktuuriagregaatide tekke kõrval leiab mullas aset ka nende lagunemine. See toimub nii mehaaniliste, füüsikalise-keemiliste kui ka bioloogiliste protsesside tagajärjel. Vesi nõrgestab struktuuriagregaate ja on seetõttu üks olulisemaid stabiilsuse mõjutajaid. Paljale, taimkatteta mullapinnale langevad sademed lõhuvad struktuuriagregaate, mistõttu pärast tugevamat sadu võib nõrgema struktuursusega mulla pinnale tekkida kuivades koorik, mis takistab edasist mulla vee- ja õhuvahetust ning ühtlasi taimede tärkamist.

Valesti ajastatud mullaharimine on peamine tootmistegevusest tingitud struktuursuse hävimise põhjus. Liigniiske mulla harimisel surutakse agregaadid ülemäära kokku, seevastu kuiva mulla harimisel purustatakse struktuuriagregaadid mehaaniliselt ja muld tolmustub.

Mulla struktuursus hävib ka liigse tallamise tagajärjel – kui kasutatakse raskeid masinaid või liigutakse põllul pidevalt sama rada mööda – ning intensiivse harimise korral (joonis 3).

JOONIS 3. Mida intensiivsem mulla-harimine, seda vähem stabiilseid struktuuriagregaate.

Harimise intensiivsuse mõju vees stabiilsetele 0,25–2 mm suurustele struktuuriagregaatidele (%) pruunil näivleetunud kerge liivsaviilõimisega mullal tootmispõldudel.



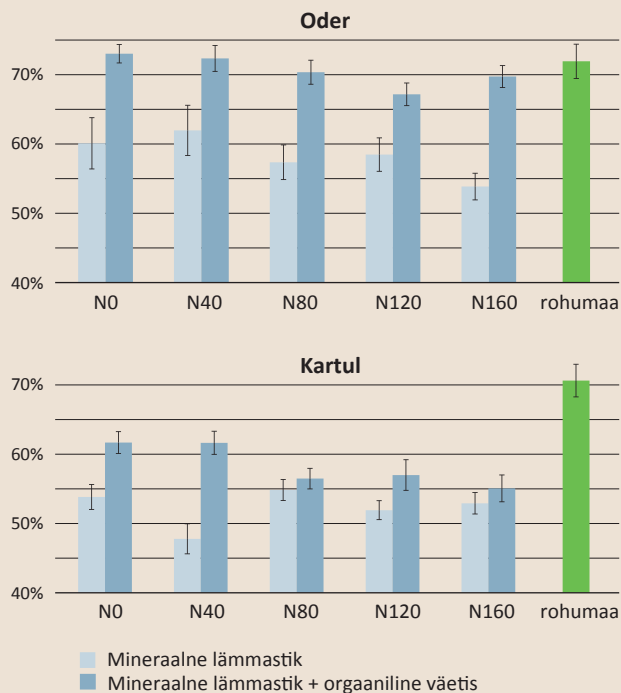
Tallamine on hävitanud mulla hea struktuursuse, mille tagajärjel on hävinenud taimestik ja vesi ei imendu mulda.



Nii sademed kui ka mulda viidavad väetised mõjutavad mulla keemilist koostist, eeskätt kationide hulka, ja sellega ka struktuuriagregaatide stabiilsust. Mulla hapetumisel, olgu looduslike protsesside käigus või füsioloogiliselt happeliste väetiste pikaajalise kasutamise tõttu, väheneb Ca^{2+} - ja Mg^{2+} -ioonide sisaldus mullas ning ühes sellega struktuuriagregaatide stabiilsus (joonis 4). Intensiivne harimine soodustab õhustatuse parandamise kaudu orgaanilise aine lagunemist, mistõttu väheneb ka huumusainete sisaldus mullas ning struktuuriagregaatide stabiilsus.

JOONIS 4. Füsioloogiliselt happelise lämmastikväetise kasutamine on vähendanud struktuuriagregaatide stabiilsust. Väiksem harimiseniivsus rohumaal ning odral ja orgaaniliste väetiste kasutamine aitavad hoida struktuursust.

Mineraalse lämmastiku ja orgaanilise väetise (40 t/ha) pikaajalise (25 aastat) kasutamise mõju vees stabiilsetele 0,25–2 mm suurustele struktuuriagregaatidele (%) 2014. aastal pruunil näivleeturud kerge liivsaviilõimisega mullal (Are *et al* 2018 andmetel).



Struktuursuse hoidmise võtted

Parim kaitse mullale on taimestik, ent kui tootmise eripärast tingitult pole võimalik seda tagada, tuleks mulla struktuursuse säilitamiseks ja parandamiseks lähtuda järgmistest põhimõtetest.

● Mulla harimine siis, kui muld on selleks küps

Muld on harimiseks sobiv, kui mulla sidusus ja plastilisus on suhteliselt kõige väiksemad ning veesisaldus on lähedane väliveemahutavusele, kuid ei ületa 60–70% maksimaalsest veemahutavusest. Harimisküps muld ei kleepu enam harimisriista külge.

● Põllust ülesõitude vähendamine ning koormuste hoidmine kontrolli all

Juba ühekordne mullast ülesõit võib ebasoodsal aastal vähendada saagikust kuni 5% ning iga järgnev ülesõit suurendab seda näitajat. Mida rohkem on ülesõite ja mida suurem on surve mullale, seda sügavamale ulatub mõju. Tihenenud kihti (tihest) aitavad kõrvaldada harimine (sügavkobesti) koos orgaaniliste väetiste viimisega mulda ning sügavajureliste taimede (nt lutsern, ristik) kasvatamine külvikorras. Struktuuriagregaatide mehaanilist purustamist aitab vähendada harimise minimeerimine.

● Huumusbilansi hoidmine tasakaalus

Tavapõllumajandusliku maakasutuse ja intensiivse mullaharimise korral jääb mulla huumusbilanss sageli negatiivseks, mis tähendab, et huumust mineraliseerub rohkem, kui seda juurde tekib. Mulla huumusesisalduse vähenedes kahaneb ka struktuuriagregaatide vastupidavus. Selle vältimiseks tuleb kasutada piisavalt orgaanilisi väetisi, rakendada viljavaheldust ja kasvatada vahekuultuure.

Hea struktuursusega muld on sobilik elukeskkond ka vihmaussidele, kes ise aitavad kaasa mulla kobestamisele.



❶ Külvikorra rakendamine

Heintaimede, eriti liblikõieliste kasvatamisel külvikorras väheneb harrimise intensiivsus, nende juurestik soodustab struktuursuse paranemist ning rohked taimejäänused on toiduks mullaelustikule. Ulatusliku juurekavaga taimede juured suudavad läbi tungida ka tihedamatest kihtidest, seda mehaaniliselt kobestades. Lisaks aitavad peenjuured ja juureeritised moodustada ning stabiliseerida struktuuriagregaate. Vahekultuuride lisamine külvikorda aitab vähendada toitainete kadu ja mõjub positiivselt ka mulla struktuursusele, sest suurendab orgaanilise aine lisandumist mulda ning loob soodsamad tingimused mullaelustikule.

❷ Happeliste muldade lupjamine

Lupjamisega viiakse mulda kahevalentseid katioone (Ca^{2+} ja Mg^{2+}), mis aitavad kaasa struktuursuse tekkele ja stabiliseerivad struktuuriagregaate.

Rohke orgaaniliste ja haljasväetiste ning komposti kasutamine ja minimeeritud mullaharimine mineraalmuldadel soodustab mullaelustiku aktiivsust ja parandab struktuursust.

Kirjandus

Are, Mihkel, Tanel Kaart, Are Selge, Alar Astover, Endla Reintam 2018. The interaction of soil aggregate stability with other soil properties as influenced by manure and nitrogen fertilization. – *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 105, no. 3, pp. 195–202.


Are, Mihkel, Karin Kauer, Tanel Kaart, Are Selge, Alar Astover, Endla Reintam 2020. Water stability of soil aggregates in a 50-year-old soil formation experiment on calcareous glacial till. – *Eurasian Soil Science*, vol. 53, no. 5, pp. 619–631.

Guidelines for Soil Description. 2006. Fourth edition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Müller, Lothar 2011. Soil Structure, Visual Assessment. – Jan Gliński, Józef Horabik, Jerzy Lipiec (eds.). *Encyclopedia of Agrophysics*. (Encyclopedia of Earth Sciences Series.) Dordrecht: Springer.



Liblikõieliste kasutamine külvikorras loob soodsamad tingimused mullaelustikule ning parandab mulla struktuursust.



Liblikõielised seovad õhuläm-
mastikku, nende juurestik
soodustab struktuursuse para-
nemist ja jäänused on toiduks
mullaelustikule. Punase ristiku
allakülv rukkile.

Koostaja ja fotod: Endla Reintam
Kirjastus: Eesti Loodusfoto
Väljaandja: Eesti Maaülikool, 2021

 **Eesti Maaülikool**
Estonian University of Life Sciences
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Institute of Agricultural and Environmental Sciences
www.emu.ee



ISBN 978-9916-669-22-8 (trükkis) ISBN 978-9916-669-23-5 (pdf)

ISSN 2504-8074