



A B C

MULLA

III osa

Mulla happesus
ja lupjamine

Mulla reaktsioon

Mulla reaktsiooniks nimetatakse mullalahuses olevate H^+ - ja OH^- -ioonide sisalduste suhet. Seda iseloomustatakse kõige sagedamini pH-ga, mis näitab vesinikioonide kontsentratsiooni negatiivset kümnendlogaritmi: $pH = -\log[H^+]$.

pH väärtus saab olla 0 kuni 14. Neutraalse reaktsiooni pH on 7. Happelises keskkonnas jääb pH väärtus alla 7 ja leelise reaktsiooni korral üle 7. Meie piirkonnas on mulla pH enamasti vahemikus 3...7,5.

Mulla **happesust põhjustavad** vesinik- ja alumiiniumioonid (Al^{3+}). *Aktiivne happesus* tuleneb mullas vabalt esinevatest vesinikioonidest. Mulla *potentsiaalne happesus* hõlmab peale selle veel mulla kolloididel neeldunud ja sealt asendusreaktsioonide käigus vabanevaid H^+ - ja Al^{3+} -ioone. **Happesust neutraliseerivat** ülesannet täidavad mullas peamiselt kaltsium- ja magneesiumioonid.

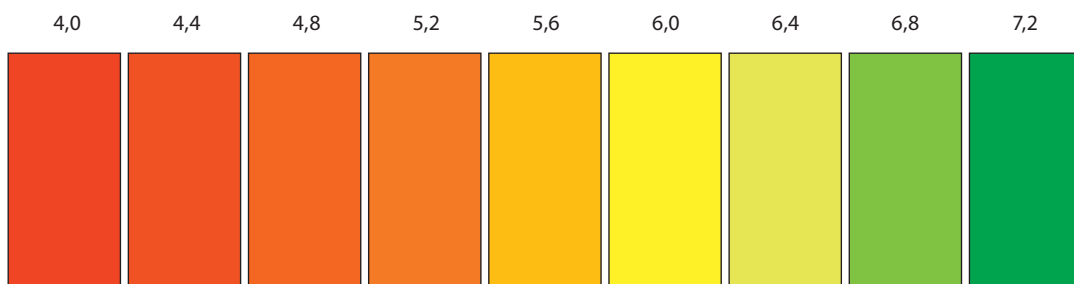
Mulla **pH hindamiseks** või **määramiseks** on mitu otsest ja kaudset võimalust:

- 1) määramine universaalindikaatori või lakmuspaberiga,
- 2) määramine mullalahusest laboris või väljas portatiivse seadmega,
- 3) hindamine mulla koostise ja liigi põhjal,
- 4) hindamine indikaatortaimede põhjal.

pH määramine universaalindikaatoriga

Mulla happesust saab välitingimustes määrata universaalindikaatori abil. See on tumeroheline kemikaalide segu, mis muudab värvi vastavalt mulla reaktsioonile (**joonis 1**). Selle abil saab mulla pH väärtust kiiresti määrata kuni 0,2 ühiku täpsusega. Samal põhimõttel toimivad pH määramiseks mõeldud lakmuspaberid.

JOONIS 1. **Universaalindikaatori värvusskaala levinumate muldade pH_{KCl} määramiseks.**



Mulla pH laboratoorne määramine

Kõige levinum meetod on vesinikioonide sisalduse elektrokeemiline määramine mullalahusest pH-meetriga. Proovi ettevalmistamisel lisatakse ühe osa mulla kohta enamasti 2,5–5 osa destilleeritud vett või neutraaloolade lahust. Tänapäeval on osa pH-meetriteid portatiivsed ja neid saab mulla reaktsiooni määramiseks kasutada ka väljas.

TABEL 1. Eesti muldadele rakendatav pH_{KCl} reaktsiooni vahemike skaala

pH_{KCl}	Mulla reaktsioon
< 3,6	Väga tugevalt happeline
3,6...4,5	Tugevalt happeline
4,6...5,5	Mõõdukalt happeline
5,6...6,5	Nõrgalt happeline
6,6...7,2	Neutraalne
> 7,2	Leelisene

Reaktsiooni hindamine mulla koostise ja liigi põhjal

Mulla reaktsioon sõltub mulla lähtekivimi koostises olevatest peamistest mineraalidest ning kõrge põhjavee korral selle keemilisest koostisest.

☛ **Vesileotisest määratuna ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$)** saame hinnangu aktiivse happesuse kohta, mis iseloomustab vabalt esinevate vesinikioonide hulka. See on suhteliselt ebastabiilne ja ajaliselt suurtes piirides muutuv näitaja, mida mõjutavad mullas pidevalt toimuvad protsessid ja mullas neeldunud katioonide koostis ning nende vastastikmõju lahuses olevate katioonidega.

☛ Sagedamini leiab kasutust pH_{KCl} määramine mulla leotisest **kaaliumkloriidi lahuses** (1 M KCl). See iseloomustab mulla kui terviku reaktsiooni paremini ja võtab arvesse ka osaliselt mulla tahketelt osakestelt asendusreaktsiooni tulemusena välja tõrjutavaid H^+ -ioone. Nii saadakse stabiilsemaid andmeid kui vesileotisest määratuna. Paljudes riikides on kasutusel mulla pH määramine 0,01 M CaCl_2 leotisest. Enamikel juhtudel on need tulemused sarnased KCl lahusest määratutega.

Väga oluline on teada, millisest leotisest on pH määratud, sest vesileotise pH väärtus on umbes 0,5–1 ühiku võrra suurem kui kaaliumkloriidi või kaltsiumkloriidi leotisest määratu. Kergema lõimisega happelisemate muldade puhul võib erinevus veelgi suurem olla.

☛ **Põhja- ja Loode-Eestis** on aluspõhja setted ning neile kujunenud mulla lähtekivimid valdavalt lubjakivi- (CaCO_3) ning dolomiitse ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) materjali rikkad, mis tagab neutraalse mulla reaktsiooni. Nende muldade (paepealsed ja rähkmullad, vastavalt Kh ja K) huumuskihis esineb vabu karbonaate ja nad võivad olla nõrgalt leelise reaktsiooniga. Taimede kasvuks ebasobivaid liigselt leeliselisi muldi Eestis looduslikult ei esine.

Kui 10%-se soolhappe lisamisel mullale toimub kihisemine ehk nn keemine (CO_2 eraldumine kuuldavate ja nähtavate mullidena), siis näitab see CaCO_3 ühendite esinemist ja enamasti neutraalsele lähedast reaktsiooni. Mullastikukaardi lõimise valemis tähistab karbonaatsete kivimite olemasolu „r“ või „+“ lõimise tähise ees. Mulla liigid, mille mullastikukaardi kood algab tähisega „K“, on tekkinud karbonaatsel lähtekivimil ning on enamasti neutraalse või nõrgalt happelise reaktsiooniga. Mullad, mille kood algab tähisega „L“, on juba oma olemuselt happelisemad.

- **Kesk-Eesti** neutraalse või nõrgalt happelise reaktsiooniga leostunud (Ko) ja leetjate (KI) muldade pindmises huumuskihis vabad karbonaadid küll puuduvad, kuid tervikuna on nad küllastunud kaltsiumist ja magneesiumist.
- **Lõuna- ja Kagu-Eesti** (Pärnu–Võhma–Mustvee joonest lõunasse jääval alal) näivleetunud (LP) ja leetunud (Lk) muldade lähtekivimite ning mitmes Eesti piirkonnas levinud liivasetete peamine komponent on kvarts (SiO_2). Sellistel aladel on karbonaatsete ühendite nappuse tõttu tekkinud valdavalt happelised mullad.

Seega on happeliste muldade osakaal suurem Lõuna- ja Kagu-Eestis, samuti Peipsi-äärsetel aladel ja Vahe-Eestis karbonaadivaesel lähtekivimil.

Mullareaktsiooni indikaatortaimed

Osa taimi eelistab kindlat mullareaktsiooni, mistõttu neid nimetatakse indikaatortaimedeks. Nende põhjal on mulla reaktsiooni hindamine hõlpsam looduslikes kooslustes. Põllumulla reaktsiooni näitab kaudselt osa umbrohtusid, metsas aga alustaimestik.

- **Happelisel** põllumullal kasvavad põld-nälghein, väike oblikas, põld-kaderohi, põldkannike, rõikhein jt. Metsas ja looduslikel aladel näitavad happelist reaktsiooni harilik kastehein, lõhnav maarjahein, lamba-aruhein, hall kaderohi, võnk-kastevars ja nõmmtarn, märjematel aladel lisanduvad harilik sugapea, harilik kastekaer, jänestarn, kahkjass tarn, jusshein ja sammaldest niidukäharik ning vee- ja toiterežiimi halvenedes harilik pohl, harilik mustikas ja karusammal. Sambla levik kodusaias viitab samuti liigsele happesusele.
- **Neutraalset või nõrgalt leeliselist** reaktsiooni näitavad põldsinep, kollane karikakar, põldkukekannus, üheaastane nõianõges, harilik ussikeel, humallutsern, sirplutsern, tõlkjass ehk rakvere raibe, põld-litterhein, piimohakas, põldrõigas, raudnõges, hanijalg, virn, põldmurakas jt. Looduslikel aladel ja metsas osutavad neutraalsele või nõrgalt leelisele mullareaktsioonile lubikas, kuldkann, angerpist, varretu ohakas, koirohi, mägiritik, loodtimut, aaskaerand, humallutsern, sirplutsern, harilik koldrohi jt. Lehtpuudest hall-lepp, tamm ja saar ning ka sarapuu eelistavad neutraalset või sellele lähedast reaktsiooni.

Mulla hapestumine

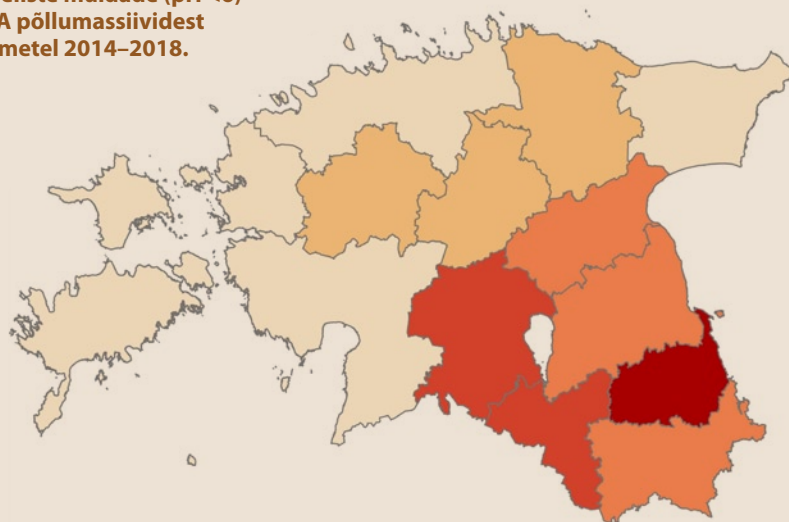
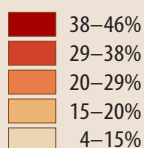
Mulla hapestumist põhjustavad nii looduslikud protsessid kui ka inimtegevus. Eestis toimub looduslik mulla hapestumine, sest aastane sademete hulk ületab aurumist u 200–300 mm võrra. Mullast läbinõrguv vesi on mõõdukalt happelise reaktsiooniga, lisaks tekib mulda happeid orgaanilise aine lagunemisel. Mullast läbinõrguv vesi viib taimejuurte piirkonnast aastas keskmiselt 150 kg/ha kaltsiumi ja 10 kg/ha magneesiumi sügavamatesse kihtidesse ja põhjavette.

Mulla hapestumise peamised looduslikud allikad on juureeritised ning taimsete ja loomsete jäänuste lagunemisel tekkinud orgaanilised happed. Happeid tekib mulda ka mitmesuguste keemiliste reaktsioonide tulemusena. Mulla hapestumine on kõige intensiivsem okaspuude (eriti männi) ja sammalde all.

Põllumulla hapestumisele aitab peale looduslike tegurite kaasa ka inimtegevus:

- Füsioloogiliselt happeliste väetiste kasutamine: taimed kasutavad ära katioonid (tavaliselt K^+ või NH_4^+), kuid mulda jäävad alles anioonid, mis vesinikuga liitudes moodustavad happeid. Suurima hapestava mõjuga on ammooniumlämmastik ja osa väävlit sisaldavaid väetisi.
- Happesust neutraliseeriva kaltsiumi ja magneesiumi eemaldamine põllukultuuride saagiga.
- Mulla kuivendamine, kergete muldade liialt sügav kündmine, ühekülgne või ebaotstarbekas väetamine. Hapestavalt mõjuvad ka happevihmad, mis on samuti inimtegevuse tagajärg.

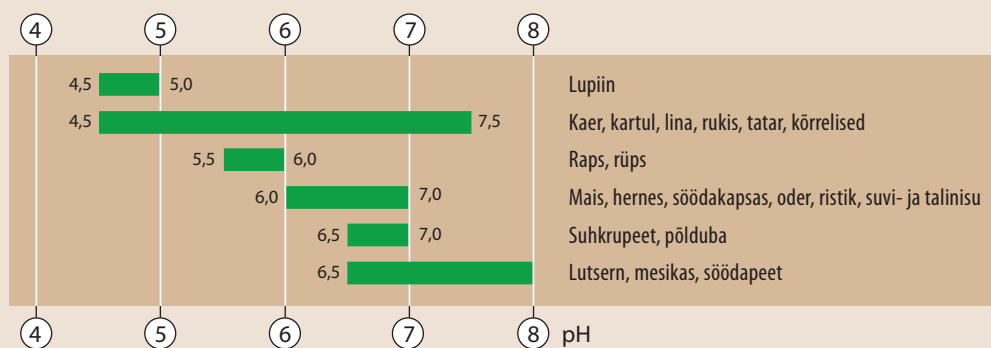
JOONIS 2. **Happeliste muldade (pH <6) osatähtsus PRIA põllumassiividest mullaseire andmetel 2014–2018.**



Milleks happelisi muldi lubjata?

Mulla lupjamise eesmärk on liigse happesuse likvideerimine ja toiteelementide tasakaalu reguleerimine ning sellega taimede kasvutingimuste parandamine. Osa taimi võib hästi kasvada üsna laias mullareaktsioonide vahemikus, teistel on see vahemik kitsas ja nad on reaktsiooni muutuste suhtes väga tundlikud. Enamik kultuurtaimi kasvab kõige paremini nõrgalt happelises kuni neutraalses keskkonnas, kus pH_{KCl} on mineraalmullas 6,0...7,3 ja turvasmullas 5,6...6,2.

Kultuurtaimedest kasvab ainult happelisel mullal (pH 4,5...5,0) lupiin, happelisemat mulda taluvad ka lina, rukis, tatar, kaer, kartul ja kõrrelised heintaimed. Happelist mulda eelistavad kultuurmustikas ja -jõhvikas ning ilutaimedest rododendron.



JONIS 3. Erinevate põllukultuuride kasvatamiseks sobiv mulla reaktsioon.

Mulla reaktsiooni muutused mõjutavad mikroorganismide liigilist koostist, arvukust ja aktiivsust ning koos sellega ka taimede kasvu ja arengut. Bakteritele on soodne pH 6...9, vihmaussidele 6,5...8 ja algloomadele 6,5...7,5; seened võtavad võimust, kui pH on alla 5,5. Mulla reaktsiooni muutuste suhtes on eriti tundlikud õhulämmastikku siduvad bakterid, happelises mullas lakkab nende tegevus täielikult. Ohtralt on kasulikke mikroorganisme neutraalse ja hästi õhustatud mulla huumushorisondis.

Paljud puuliigid on mulla viljakuse suhtes vähem nõudlikud ja taluvad pH muutumist paremini kui põllukultuurid. Okaspuud on üldiselt mulla reaktsiooni suhtes lehtpuudest vähem nõudlikud. Kõige laiema taluvusareaaliga on mänd, mis looduslikes ökosüsteemides on enamupuuliigiks kõige ekstreemsemates kasvukohtades alates väga tugevasti happelistest rabadest kuni leelisest paepealseteni. Happelistele väheviljakatele liivmuldadele sobib ainult mänd, kuusk levib pigem viljakamatel aladel.

Liiga happelise mulla mõju:

- Liikuv alumiinium (Al^{3+}) on toksiline, kui pH_{KCl} jääb alla 5,5. Sama pH juures on leetunud mullas liikuvat alumiiniumi rohkem kui teistes muldades. Liikuva alumiiniumi suhtes on väga tundlikud lutsern, punane ristik, talinisu ja uba, vastupidavamad on kaer, timut ja mais.
- Märjas happelises mullas muutub Mn^{2+} lahustuvaks ja taimedele toksiliseks, eriti tundlik on selle suhtes lutsern.
- Kaltsiumi ja magneesiumi puudus pärsib taimekasvu ja mullaelustiku aktiivsust.
- Fosfor seotakse tugevalt alumiiniumi ja rauaga ning väheneb taimedele omastatava fosfori osa ja väetiste efektiivsus.
- Molübdeen ja seleen ei ole kerge lõimisega happelistes muldades taimedele kättesaadavad, eriti tundlik on selle suhtes lillkapsas. Molübdeen on väga vajalik ka liblikõieliste kultuuride mügarbakteritele.
- Raskmetallid plii ja kaadmium muutuvad happelises mullas liikuvamaks, mulla lupjamine vähendab nende omastamist taimede poolt.
- Happelises mullas suureneb järsult kahjulikke taimehaigusi, näiteks kartuli valgemädanikku, ristõieliste nuutrit ja tõusmepõletikku esile kutsuvate mikroorganismide ja seente arvukus.
- Piisava koguse kaltsiumi olemasolu mullas tagab vastupidavate struktuuriagregaatide tekke ning parandab sellega mulla vee- ja õhurežiimi.
- Lupjamisega saavutatav optimaalne mulla reaktsioon parandab mineraalväetiste efektiivsust. Olenevalt orgaaniliste ja mineraalväetiste kasutamisest on lupjamise tulemusena saadud saagitõus 13–30% ja paraneb ka saagi kvaliteet.

Mullareaktsiooni mõju taimetoitelementide liikuvusele

Mulla reaktsioon on erakordselt tähtis taimede toitumise seisukohalt, kusjuures taimetoitelementide liikuvus ja omastatavus on mineraal- ja turvasmuldades erinev. Tugevasti happelises mullas väheneb kõigi tähtsamate toitelementide omastatavus. Erandiks on osa mikroelemente. Happelistes mineraalmuldades on raskendatud raua ja turvasmuldades mangaani omastatavus. Mineraalmuldades on fosfori omastamise optimaalne reaktsioonivahemik pH_{KCl} 6,5...7,5.

Lupjamilisel paraneb taimede varustatus peamiste toitelementidega, kuid samas võib tekkida puudus mõnest poolmikro- (Fe, Mn) ja enamikust mikroelementidest, nagu Zn, Cu, B ja Co, sest nende kättesaadavus on happelises mullas parem.

TABEL 2. Optimaalsed pH vahemikud makroelementide ja olulisemate mikroelementide omastatavuse seisukohast mineraalmullas

N	P	K, S	Ca, Mg	Fe	Mn	B, Cu, Zn	Mo
6...8	6,5...7,5	> 6	7...8,5	< 6	5...6,5	5...7	> 7

Muldade lubjatarve

Suurem osa Lõuna- ja Kagu-Eesti ning kohati ka osa teiste piirkondade karbonaadivaeseid põllumuldi vajab perioodilist lupjamist. Lubja- ehk CaCO_3 -tarbe leidmiseks ja sobivaima lubiväetise valikuks tuleb teada nii mulla pH-d kui ka teisi mulla ja kasutatava lubiväetise omadusi.

<i>Tähtsamad tegurid, mida peaks lubjatarbe väljasegitamisel ja lubiväetise valikul arvestama:</i>	<ul style="list-style-type: none">● kasvatatavate kultuuride nõuded ja iseärasused;● mulla pH enne lupjamist;● mulla lõimise;● taimedele omastatava Ca, Mg ja K sisaldus mullas;● mulla orgaanilise aine sisaldus;● lubiväetise omadused (ennekõike neutraliseerimisvõime, reaktiivsus, toitelementide sisaldus).
--	--

Lubiväetise normi leidmiseks tuleb teada konkreetse väetisepartii neutraliseerimisvõimet (CaCO_3 -sisaldust). Lihtsustatud lähenemise korral lähtutakse lubjatarbe leidmisel mulla pH-st ja lõimisest (tabel 3). Mida savikam on lõimise, seda suurem on happesuse neutraliseerimiseks vajaliku lubja hulk. Viis tonni CaCO_3 tõstab raske lõimisega mulla pH-d u 0,5 ühiku võrra, saviliival ja turvasmullal 0,7 ning liivmullal 1,0 ühiku võrra. Kergete lõimiste võimekus neutraliseerivat Ca ja Mg siduda on väike, mistõttu nõrga happesuse korral pole nende lupjamine alati otstarbekas. Mulla lubjatarvet suurendab ka huumusesisaldus. Sõltumata mulla pH-st näitab liikuva kaltsiumi sisaldus alla 1500 mg kg^{-1} mineraalmullal ja alla 5500 mg kg^{-1} turvasmullal lubiväetiste kasutamise vajalikkust.

TABEL 3. Põllumuldade orienteeruv lubjatarve täisnorm CaCO_3 -na (t ha^{-1})

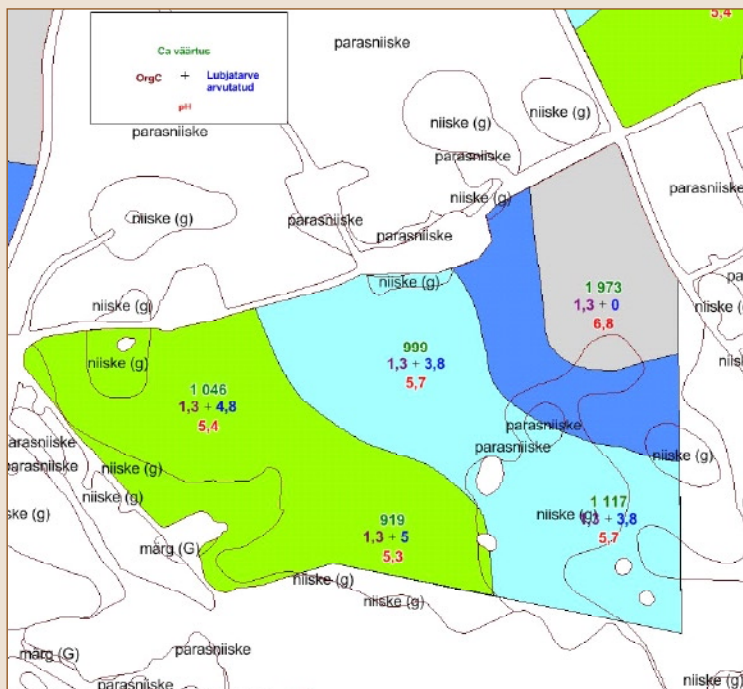
Mulla lõimise	pH_{KCl}				
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Liiv	5,0	4,0	2,5	–	–
Saviliiv	6,5	4,5	3,0	–	–
Kerge liivsavi	8,0	6,0	4,5	3,5	–
Keskmine liivsavi	9,0	6,5	5,0	3,5	–
Raske liivsavi	11,0	8,0	6,0	4,5	3,0
Savi	12,5	9,0	6,5	5,0	3,5
Turvasmullad	8,0	5,0	–	–	–

TABEL 4. Mulla lubjatarbe lihtsustatud variant lähtudes mulla reaktsioonist ja liikuva Ca sisaldusest

	pH_{KCl}	Ca-sisaldus	Lupjamise norm
Mineraalmullad	5,6...6,5	alla 1500 mg kg^{-1}	3,1–4,5 tonni ha^{-1} CaCO_3
Turvasmullad	5,0...5,5	alla 5500 mg kg^{-1}	
Mineraalmullad	5,6...6,5	üle 1500 mg kg^{-1}	ei vaja lupjamist

Lubjatarbekaardid

Praegu koostab mullaproovide analüüsitulemustele ja mullastikukaardi infole tuginedes lubjatarbekaarte (joonis 4) Põllumajandusuuringute Keskus. Põllult võetud mullaproovide keskmiste analüüsiandmete põhjal on kaardile kontuuride sisse kantud liikuva kaltsiumi sisaldus (mg kg^{-1}), orgaanilise süsiniku sisaldus (%), mulla pH_{KCl} ja lubjatarve CaCO_3 -na (t ha^{-1}).



JOONIS 4.
Põllumajandusuuringute Keskuse koostatava lubjatarbekaardi näidis.

Mulla magneesiumitarve ning Ca-Mg-K suhe mullas

Heade taimekasvutingimuste tagamiseks pole tähtis mitte ainult pH neutraliseerimine, vaid ka taimedele omastatavate toiteelementide tasakaalu tagamine. Meie põllumuldadest on 50–60% Mg-defitsiidiga, Mg-puudust esineb peale Lõuna- ja Kagu-Eesti muldade laialt ka Kesk- ja Põhja-Eestis. Lupjamisel tuleb tähelepanu pöörata mulla Ca, Mg ja K suhtele, et vältida nendevahelist antagonismi (s.t olukorda, kus ühe liigi või vähesus pärsib teise elemendi omastatavust). Ca, Mg ja K suhe mullas peaks jääma vahemikku 10–20 : 1 : 1,3–1,5. Sellisel juhul ei vähenda nad üksteise omastatavust taimede poolt. Nimetatud kolme elemendi omastamine on raskendatud nii liialt suure kui ka liialt väikese sisalduse korral. Kui mulla Ca ja Mg suhe on alla 12 : 1, tuleks kasutada Ca-rikast lubiväetist. Kui Ca ja Mg suhe on aga üle 18 : 1, on soovitatav kasutada Mg-rikast dolokivijahu. Mg-lembesed on mugul- ja juurviljad, liblikõielised ning ristõielised kultuurid, nagu raps ja rüps.

Olenevalt mulla hapestumise tasemest jaotatakse lupjamine taastus- ja säilituslupjamiseks.

☛ **Taastuslupjamise eesmärk** on tõsta liiga happelise mulla pH-d ja suurendada esmajärjekorras Ca-sisaldust. Taastuslupjamist tehakse vastavalt lubjatarbele kas lihtsustatud soovitude (**tabel 3**) või suuremat hulka aspekte arvestava lubjatarbekaardi põhjal (**joonis 4**). Väiksema lubjatarbe võib katta ühe korraga, suuremate normide korral on otstarbekas jaotatud lupjamine 1–2-aastase vahega. Künnipõhisel mullaharimisel tagab jaotatud lubiväetise andmine ka ühtlasema segunemise mullaga.

☛ **Säilituslupjamise eesmärk** on säilitada taastuslupjamisel saavutatud nõrgalt happelise mulla seisund ning vältida edasist hapestumist. Säilituslupjamist tuleb kasutada ka pindmise mullaharimise korral, sest ülemine mullakiht, mis on seemnete idanemiskeskkonnaks, hapestub kõige kiiremini.

Agronoomilistest kaalutlustest lähtudes on soovitatav lubjata vajadusest kuni poole väiksema normiga ja tihedamini, sest siis kasutavad taimed ära suurema osa lubiväetisest kergemini leostuvaid toiteelemente.

Korraga antava lubiväetise maksimaalne hulk on 5–6 t CaCO₃ ha⁻¹. Kogu lubjatarbe andmisel ühekorraga on katsetes saadud lupjamistevahelisel perioodil ligi poole väiksem enamsaak kui jaotatud andmise korral.

Kui muld on neutraliseeritud, võiks iga 2–4 aasta tagant optimaalse pH tagamiseks teha säilituslupjamist kogusega 2–3 t CaCO₃ ha⁻¹.

TABEL 5. **Erinevate lubiväetiste eelised ja puudused**

Lubiväetis	Neutraliseerimisvõime (CaCO ₃ -sisaldus)	Reaktiivsus	Eelised
Lubja- ja dolokivi sõelmed	Hea	Kesine (sõltub osakeste suurusjaotusest)	Pikaajaline toime
Lubja-kivijahu	Väga hea	Väga hea	Ca-rikas
Dolokivi-jahu	Väga hea	Hea	Mg-rikas
Tolmpõlevkivituhad	Hea kuni väga hea*	Väga hea, kiiretoimeline	Stabiilne koostis*, toiteelemendid S, K, mikroelemendid
Klinkritolm	Väga hea	Väga hea, kiiretoimeline	K- ja S-rikas, stabiilne koostis, mikroelemendid
Puu jm biomassi tuhad	Rahuldav kuni hea	Hea, kiiretoimelisem	K-rikas, mikroelemendid

* Koostis ja toime sõltub põletamise ja tuha eraldamise tehnoloogiast.

Levinumad lubiväetised

Lubiväetised võivad üksteisest märkimisväärselt erineda ning nende valikul tuleb arvestada nii agronoomilisi, ökoloogilisi kui ka majanduslikke aspekte.

Lubiväetise teadliku valiku aluseks peaksid olema konkreetse väetisepartii analüüsitulemused.

Lubiväetiste olulisimad näitajad on neutraliseerimisvõime, reaktiivsus, osakeste suurusjaotus, kaasnevate toiteelementide sisaldus (K, Mg, S, mikroelemendid), raskmetallide sisaldus ja niiskus. Kindlasti tuleks määrata neutraliseerimisvõime ja sõelmete-segude puhul ka reaktiivsus ehk neutraliseerimisvõime kiirus, mis näitab kohe mulla happesust neutraliseerivat osa (%) lubiväetises.

Osakesed läbimõõduga üle 2 mm lupjamisaastal liigset mulla happesust peaaegu ei neutraliseeri, mistõttu sõelmete kasutamisel lubiväetisena on vaja kindlasti teada nende reaktiivsust ja jaotumist fraktsioonidesse. Kõige tõhusamad on osakesed läbimõõduga alla 0,25 mm.

Kohalikest lubiväetistest on kaks kõige olulisemat rühma:

- 1) lubja- ja dolokivisõelmed ja -jahu ning nende segud;
- 2) tolmpjas tuhk: tolmpõlevkivituhk, klinkritolm, puu jm biomassi põletamisel saadud tuhk.

Tolmjad lubiväetised on kiirema toimega, kuid nende mõju võib jääda lühiajaliseks. Mitu Eesti lubiväetist sisaldavad peale kaltsiumi ka teisi taimetoiteelemente (K, Mg, S, mikroelemendid), mistõttu lubiväetise või ka lubiväetiste segu valikul tuleks lähtuda mullas leiduvate toiteelementide sisaldusest ja vahekorrast. Tolmja toitainerikka tuha kasutamisel tuleb arvestada, et kergema lõimisega ja ka turvasmuldadel võivad vees hästi lahustuvad S, K ja Mg mullast kiiresti välja leostuda ning otstarbekas on neid kasutada väikestes kogustes, et taimed suudaksid toitained ära kasutada.

Kui mulla liikuva magneesiumi sisaldus on väike, on soovitatav kasutada dolomiidijahu. Puutuha kasutamisel tuleb teada selle liikuvate toitainete sisaldust ja selle võrra vähendada kasutatavate mineraalväetiste kogust. Klinkritolm sisaldab märkimisväärsel hulgal kaaliumi ja väävlit, mida tuleks arvestada taimede lupjamisjärgsel väetamisel. Teades mulla liikuvate toitainete sisaldust, saab kasutada erinevate lubiväetiste segu.

	Puudused
	Varieeruv koostis, toime sõltub osakeste suurusjaotusest
	Koostis võib varieeruda, fraktsiooni suurus oluline
	Koostis võib varieeruda, fraktsiooni suurus oluline
	Mõju lühiajalisem, erisused sõltuvalt tuha tüübist*
	Kõrge Pb-sisalduse tõttu piirangud kasutamisel, mõju lühiajalisem
	Varieeruv koostis, mõju lühiajalisem

Taimede kasvuks optimaalne pH vahemik

Rohttaimed, põõsad, puud	pH _{KCl}
Aednelk, daalia, forsüütia, hernes, hüatsint, ingver, kivikilbik, krookus, kukekannus, lavendel, lepp, lutsern, moon, oder, petuunia, piparmünt, pirnipuu, ploomipuu, porrulauk, punane ristik, punapeet, raps, roosa hortensia, salvei, sinep, suhkrupeet, uba, vaher, valge mesikas, viirpuid	6,0–7,5+
Ebaküdoonia, enelas, jalakas, jugapuu, kirsipuu, kontpuu, kuslapuu, lehis, liilia, lillkapsas, lõosilm, mädarõigas, nisu, pappel, peakapsas, pojeng, pukspuu, päideroog, pärn, pöök, saar, sarapuu, sirel, spargelkapsas, spinat, söödakapsas, valge ristik	6,0–7,0
Kurk, salat, seller, spargel, tulp	6,0–6,5
Aster, karusmari, krüsanteem, küüslauk, nulg, pastinaak, sõstrad, tamm, timut, vaarikas	5,5–7,5
Baklažaan, basiilik, begoonia, harilik ja punane aruhein, kannike, kõrvits, maasikas, nartsiss, petersell, pipar, porgand, põldmurakas, päevalill, rabarber, redis, rukis, sibul, tomat, õunapuu	5,5–6,5
Kaalikas, kaer, lõvilõug, peiulill, pruudisõlg, roos, saialill, vöörasema	5,5–7,0
Gladiool, iiris, kadakas, kosmos, neiusilm, paju	5,0–7,0
Apteegitill, kartul, kuusk, lupiin, ratsuritähk, sigur	5,0–6,5
Kask, kiulina, orhidee, sinine hortensia, tsuuga, valge mänd	4,5–6,0
Asalea, haab, rododendron	4,5–5,5
Jõhvikas, mustikas	4,0–5,0



Koostajad: Alar Astover, Enn Leedu
 Fotod: Ahti Nurm, Peep Vermes
 Kaart: Tambet Kikas Kirjastus: Eesti Loodusfoto
 Väljaandja: Eesti Maaülikool, 2019

ISBN 978-9949-629-79-4 (trükis) ISBN 978-9949-629-80-0 (pdf)

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

www.emu.ee



ISSN 2504-8074