

MITMESUGUSTE LUBIVÄETISTE TOIMEST MULLA JA TURVASSUBSTRAADI HAPPELUSE NEUTRALISEERIMISEL

M. Järvan

Eesti põllumajandusele pakutakse praegu laias sortimendis kodumaiseid lubiväetisi. Põhiliselt kujutavad need endast mitmesuguste tööstuste keskkonnaohutuid kõrval- või jääkprodukte. Paaril viimasel aastal on tolmpõlevkivituha ja klinkritolmu kõrvale turule tulnud ka karbonaatkivimite (lubjakivi ja dolomiidi) jahud. 1999. aastast alates lubatakse kasutada ainult seadusaktiga kehtestatud kvaliteedinõuetele vastavaid väetisregistrisse kantud lubiväetisi. Nõuded peenusastme kohta on lubiväetistel (tolmpõlevkivituhk, klinkritolmu, lubjakivijahu, dolomiidijahu) ühesugused. Vähemalt 90% väetisest peab läbima 1 mm avadega sõela ja vähemalt 50% 0,15 mm avadega sõela. Teine lubiväetise registreerimisel kohustuslik kvaliteedinäitaja on neutraliseerimisvõime, mis Ca-na väljendatult peab olema minimaalselt 30% (klinkritolmul 28%) (Tootmiseks..., 1999). Soomes antakse lupjamisainete tootekirjelduses nii nende üldneutraliseerimisvõime kui ka kiiretoimeline neutraliseerimisvõime, mõlemad näitajad väljendatakse protsentides kaltsiumiks (Ca) arvestatuna (Kalkitusopas, 1999).

Lubimaterjalide lahustuvus ja happesust neutraliseeriv toime sõltuvad sellest, milliste ühenditena on neis kaltsium. Hästi lahustuvad ja kiiresti toimivad kaltsiumi oksiidid ja hüdroksiidid, aeglaselt aga karbonaadid. Karbonaatide lahustuvus sõltub väga oluliselt ka osakeste suurusest (Mengel, Kirkby, 1987; Turbas, 1996). Peeneks jahvatatud materjal toimib palju kiiremini kui jämedam materjal. Uurimused on näidanud, et karbonaatkivimite killustiku tootmisel jäätmena tekivad paekivisõres, mille osakeste suurus oli vahemikus 0,5...2 mm, praktiliselt ei vähendanud raturba happesust. Happesuse tõhusaks vähendamiseks peab karbonaatkivimi osakeste suurus olema <0,2 mm (Järvan, Teedumäe, 1999).

Volitatud tõendamisasutusena määrab Eestis praegu lubimaterjalide neutraliseerimisvõimet Taimse Materjali Kontrolli Keskus (TMKK). Eeskirjade kohaselt määratakse see 1 N soolhappelahuses keetmise teel. Põllumuldades kusagil selliseid tingimusi ei ole. Analüüsitulemused on näidanud, et karbonaatkivimijahude neutraliseerimisvõime on olnud alati kõrgem kui tolmpõlevkivituha ja klinkritolmu. Teadlastel ja põllumajanduspraktikutel on aga kogemusi, et lubiväetiste laboratoorselt määratud neutraliseerimisvõime ei peegelda alati tõeselt nende tegelikku mullahappesust neutraliseerivat toimet. Probleemi selgitamiseks korraldati Eesti Maaviljeluse Instituudis järgnevad uurimused.

Materjal ja meetodika

1999. aastal korraldatud kolmes nõukatses võrreldi lubiväetiste ja nende perspektiivsete segude (kokku 8 varianti, vt. tabel 1) toimet happesuse neutraliseerimisel. Kõik katses kasutatud lubiväetised vastasid nii fraktsioonilise koostise kui ka neutraliseerimisvõime poolest kehtivatele nõuetele. TMKK-s tehtud analüüside järgi oli lubiväetiste neutraliseerimisvõime (% Ca) järgmine: tolmpõlevkivituhk 34, klinkritolmu 33, Rakke lubjakivijahu 39 ja Anelema dolomiidijahu 39.

Neutraliseerimise katsed olid saviliivmullal (esialgne pH_{KCl} 4,52), väetatud ja väetamata raturbal (pH_{KCl} 3,19). Lupjamisnorm oli kõigi väetiste puhul ühesugune: mineraalmullal 5 t/ha ja raturbal 8 kg/m³. Katsed toimusid augustatud põhjaga plastmassnõudes kasvuhoone tingimustes. Mulla või väetamata turvassubstraadi maht nõus oli 5 liitrit, lubiväetis segati ühtlaselt kogu mahuga. Niiskusevajaku puhul kasteti. Paaril korral kasteti veega küllastumiseni, liigne vesi valgus ära läbi nõu põhja. Mullal ja väetamata raturbal korraldatud katses võeti pH dünaamika jälgimiseks nelja kuu jooksul regulaarselt proove, esialgu iga nädal ja hiljem kord kuus. pH määrati 1 N KCl leotisest potentsiomeetriliselt klaaselektroodiga EMVI keemialaboris. Väetatud raturbal – ühe kuupmeetri kohta lisati 1,25 kg täisväetist (N10P7K13 + mikroelemendid) – määrati kuu aega pärast substraadide valmistamist pH_{KCl} , K-, Ca- ja Mg-sisaldus.

Tootmistingimustes jälgiti lubiväetiste toimet mullahappesuse dünaamikale Olustvere põldkatses. Mulla pH_{KCl} katse rajamise eel oli 5,08. Katses oli viis lubiväetise varianti (vt. tabel 4), lupjamisnorm oli 5 t/ha. Lubiväetised anti kevadise mullaharimise alla. Katsekultuurideks olid oder ja kartul. Mullareaktsioon määrati mõlema katse vastavatel variantidel paljudest üksiktorgetest koostatud keskmisest mullaproovist neljal korral vegetatsiooniperioodi jooksul.

Tulemused ja arutelu

Mulla ja turba happesust neutraliseeris kõige äkilisemalt tolmpõlevkivituhk (tabelid 1 ja 2). Kiiretoimeline oli ka klinkritolmu. Tolmpõlevkivituha puhul saavutas pH maksimumi juba kahe nädala pärast, klinkritolmu puhul mullal aga umbes kuu aja pärast. Tolmpõlevkivituha ja klinkritolmu äkilisust on rõhutanud ka E. Turbas (1996).

Tabel 1. Lubiväetiste toime mulla pH_{KCl} dünaamikale**Table 1.** Influence of lime fertilizers on pH_{KCl} dynamics of soilNõukatsed happelisel (pH_{KCl} 4,52) saviliivmullal / Pot trials on acid loamy soil. Rajatud 04.05.1999

Lubiväetis, norm 5 t/ha <i>Lime fertilizer</i>	Mullaproovi võtmise kuupäev / <i>Date of sampling</i>					
	11.05	18.05	01.06	30.06	02.08	01.09
1. Lubiväetiseta (kontroll) <i>Without lime fertilizer</i>	4,72	4,72	4,67	4,53	4,40	4,38
2. Tolmpõlevkivituhk <i>Oil shale ash</i>	7,08	7,17	7,12	7,08	6,86	6,65
3. Klinkritolm <i>Cement clinker dust</i>	6,68	6,89	7,19	7,02	6,85	6,62
4. Rakke lubjakivijahu <i>Limestone meal</i>	6,38	6,71	6,85	6,85	6,80	6,57
5. Anelema dolomiidijahu <i>Dolomite meal</i>	5,95	6,20	6,61	6,74	6,64	6,53
6. Klinkritolm + lubjakivijahu 1:1 <i>Clinker dust + limestone meal</i>	6,48	6,71	7,06	7,03	6,83	6,65
7. Klinkritolm + dolom.-jahu 1:1 <i>Clinker dust + dolomite meal</i>	6,37	6,58	6,81	6,83	6,71	6,59
8. Lubjakivijahu+dolom.-jahu 1:1 <i>Limestone + dolomite meal</i>	6,11	6,48	6,68	6,88	6,79	6,58

Tabel 2. Lubiväetiste toime turvassubstraadi pH_{KCl} dünaamikale**Table 2.** Influence of lime fertilizers on pH_{KCl} dynamics of peat substratumNõukatsed rabaturbal (pH_{KCl} 3,19) / Pot trials on peat. Rajatud 04.05.1999

Lubiväetis, norm 8 kg/m ³ <i>Lime fertilizer</i>	Substraadiproovi võtmise kuupäev / <i>Date of sampling</i>					
	11.05	18.05	01.06	30.06	02.08	01.09
1. Lubiväetiseta (kontroll) <i>Without lime fertilizer</i>	3,19	3,17	3,23	3,23	3,29	3,16
2. Tolmpõlevkivituhk <i>Oil shale ash</i>	7,08	7,33	7,33	7,27	7,12	7,01
3. Klinkritolm <i>Cement clinker dust</i>	6,81	7,09	7,09	7,04	7,10	6,86
4. Rakke lubjakivijahu <i>Limestone meal</i>	6,33	6,53	6,62	6,79	6,91	6,68
5. Anelema dolomiidijahu <i>Dolomite meal</i>	6,14	6,28	6,56	6,63	6,71	6,53
6. Klinkritolm + lubjakivijahu 1:1 <i>Clinker dust + limestone meal</i>	6,48	6,87	6,71	7,00	6,94	6,76
7. Klinkritolm + dolom.-jahu 1:1 <i>Clinker dust + dolomite meal</i>	6,09	6,32	6,31	6,44	6,56	6,28
8. Lubjakivijahu+dolom.-jahu 1:1 <i>Limestone + dolomite meal</i>	6,12	6,41	6,63	6,75	6,71	6,48

Lubjakivijahu ja dolomiidijahu variantides suurenes mulla pH aeglasemalt ja vähem kui tolmpõlevkivituhk. Kuu aega pärast lubiväetiste muldasegamist, mis üldiselt on piisav aeg stabiliseerumiseks, oli lubjakivijahuga neutraliseeritud mulla pH_{KCl} 0,27...0,34 ühiku võrra madalam ja dolomiidijahuga neutraliseeritud mulla pH_{KCl} 0,51...0,58 ühiku võrra madalam kui põlevkivituhka ja klinkritolmu variantides.

Turba neutraliseerimisel lubjakivijahu ja dolomiidijahuga ning nende segudega suurenes pH aegamööda peaaegu kolme kuu jooksul ega tõusnud taimekasvuks ebasobivale tasemele (>7,0). E. Turbase (1996) arvates sobib karbonaatkivimite jahu kasvusubstraadide valmistamiseks paremini kui tolmpõlevkivituhk, sest see on aeglasema toimega ega tekita mullas ebaühtlase segamise või liigse doseerimise korral leeliselisi koldeid.

Tõenäoliselt tingituna turbasse segatud mineraalväetiste füsioloogilisest happesusest oli väetatud turvasubstraadide pH_{KCl} kuu aega pärast valmistamist olenevalt kasutatud lubiväetise liigist piirides 5,3...6,4, s.o. 0,6...1,2 ühiku võrra madalam kui mineraalväetisteta turvasubstraadide neutraliseerimisel (tabel 3). Ka selles katses neutraliseerisid turba happesust kõige paremini tolmpõlevkivituhk ja klinkritolm. Kõige madalamaks jäi turba pH dolomiidijahu ning dolomiidijahu segude variantides.

Tabel 3. Lubiväetiste mõju turvassubstraatide agrokeemilistele parameetritele**Table 3.** Influence of lime fertilizers on chemical characteristics of peat substrataFoon: täisväetis 1,25 kg/m³; substraadid valmistati 27.04 ja analüüsiti 25.05. 1999Background: complete fertilizer 1,25 kg/m³; substrata were prepared 27.04 and analysed 25.05

Katsevariant <i>Treatment</i>	Sisaldus substraadis, mg/l / Content in substratum			
	pH _{KCl}	K	Ca	Mg
1. Lubiväetiseta / Without lime fertilizer	3,47	253	555	35
2. Tolmpõlevkivituhk / Oil shale ash	6,54	276	2635	244
3. Klinkritolm / Cement clinker dust	6,50	506	2774	135
4. Rakke lubjakivijahu / Limestone meal	5,84	262	2497	122
5. Anelema dolomiidijahu / Dolomite meal	5,29	286	2064	789
6. Lubjakivijahu + dolomiidijahu 1:1 <i>Limestone + dolomite meal</i>	5,47	259	2148	348
7. Klinkritolm + dolomiidijahu 1:1 <i>Cement clinker dust + dolomite meal</i>	5,57	378	2156	411
8. Klinkritolm + lubjakivijahu 1:1 <i>Cement clinker dust + limestone meal</i>	5,91	367	2657	136

Turvassubstraatides sisalduvate taimetoitelementide analüüsimisel selgus, et klinkritolmuga neutraliseeritud substraadis tõusis omastatava K sisaldus ebasoovitavalt kõrgele, puhta dolomiidijahuga substraadis oli ohtlikult kõrge Mg-sisaldus ning Ca:Mg suhe liiga kitsas, jne. Meie mitmed katsed katmikköögiviljadega on näidanud, et toiteelementide (eriti Ca, Mg ja K) omavahelised suhted kasvusubstraadis mõjutavad oluliselt taimede arengut ja saagikust (Järvan, Teedumäe, 1999). Seepärast tuleb erinevate lubiväetistega turvast neutraliseerides vastavalt nende keemilisele koostisele ja neutraliseerivale toimele loovalt suhtuda ka substraatide põhi-väetamise ja taimede kasvuaegsesse väetamise ning seniseid väetamissoovitusi vastavalt muuta.

Põllu tingimustes läbi viidud katsed (tabel 4) üldiselt kinnitasid nõukatsetes saadud tulemusi. Lupjamisnormi 5 t/ha puhul neutraliseeris mulla happesust kõige kiiremini ja esimestel kuudel kõige paremini klinkritolm, vaatamata sellele et klinkritolmu laboratoorselt määratud neutraliseerimisvõime oli kõige madalam. Sügise poole hakkas mulla pH erinevate lubiväetiste variantidel ühtlustuma. Viimase proovivõtmise korra (oktoobris) muldade oluline pH langus oli tõenäoliselt tingitud happelisema mulla pinnale toomisest künniga.

Tabel 4. Mullareaktsiooni (pH_{KCl}) dünaamika Olustvere põldkatses 1999. aastal**Table 4.** Dynamics of soil pH_{KCl} in field trial 1999

Lubiväetise norm 5 t/ha / Rate of lime fertilizer

Lupjamise aeg / Date of liming 29.04

Katsevariant <i>Treatment</i>	Mullaproovi võtmise kuupäev / Date of sampling			
	20.05	05.07	06.08	06.10*
1. Lubiväetiseta (kontroll) / Without liming	5,17	5,14	5,45	5,41
2. Klinkritolm / Cement clinker dust	6,50	6,43	5,97	5,60
3. Lubjakivijahu / Limestone meal	6,02	6,15	6,10	5,75
4. Klinkritolm + dolomiidijahu 1:1 <i>Cement clinker dust + dolomite meal 1:1</i>	6,17	5,99	5,87	5,50
5. Dolomiidijahu / Dolomite meal	6,02	6,04	5,93	5,54

* pärast sügiskünni / after autumn ploughing

Kokkuvõtteks võib järeldada, et karbonaatkivimite jahud, eriti aga dolomiidijahu, neutraliseerisid mulla ja rabaturba happesust aeglasemalt ja vähemal määral kui tolmpõlevkivituhk ja klinkritolm. Lubiväetiste laboratoorselt määratud neutraliseerimisvõime ei peegelda tõeselt nende tegelikku neutraliseerivat toimet.

Kirjandus

Järvan, M., Teedumäe, A. The effect of finely ground Estonian limestone and dolomite on the growth and chemical composition of greenhouse vegetables grown on peat substratum. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Biology/Ecology, 48/3, pp. 236...245, 1999.

Kalkitusopas. Kalkitusyhdistys, Helsinki, 1999. – 20 s.

Mengel, K., Kirkby, E. A. Liming and Calcium in Crop Nutrition. In: Principles of Plant Nutrition. – Bern/Switzerland. – pp. 474...479, 1987.

Tootmiseks, töötlemiseks ja importimiseks lubatud väetiste ja väetiste toorainete kvaliteedinõuded. – Riigi Teataja Lisa 1999, 77, 957.
Turbas, E. Muldade keemiline melioratsioon. Rmt.: Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. – Tallinn, 1996, lk. 67...102.

Käesolev uurimus (välja arvatud põldkatsed) on tehtud Eesti Teadusfondi granti nr. 3211 toetusel.

Influence of Lime Fertilizers on Neutralizing of Soil and Peat Substratum Acidity

M. Järvan

Summary

The neutralizing effect of different lime fertilizers were investigated. The pot and field trials on soil and peat substratum were conducted. The rate of lime fertilizer on soil was 5 t/ha and on peat 8 kg/m³. Carbonate rock meals, mostly dolomite meal neutralized the acidity less and slower than oil shale ash and cement clinker dust. The neutralizing value of lime fertilizers determined in a laboratory did not indicate their neutralizing effect in practice correctly.