

MÕNEDE KOHALIKE LUBIVÄETISTE TOIMEST PÕLLUKULTUURIDELE JA MULLA OMADUSTELE

M. Järvan

ABSTRACT. *Effect of some local lime fertilizers on field crops and soil properties.* The trial for comparing the effect of local lime fertilizers (cement clinker powder, limestone meal, dolomite meal, 1:1 mixture of clinker powder and dolomite meal) was established on acid sandy loam ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5.1$) in Olustvere, Central Estonia in the spring of 1999. The liming rate was 5 t ha^{-1} . It was grown barley, potato, pea and wheat during four years.

In the year of liming the use of clinker powder and the mixture of clinker powder and dolomite meal resulted in the highest barley yields, respectively 4.71 t ha^{-1} (+22.0% compared with control) and 4.41 t ha^{-1} (+14.2%). Even potato yields were the highest with the above lime fertilizer, respectively 48.3 t ha^{-1} (+22.9%) and 48.8 t ha^{-1} (+24.4%). The better effect of clinker powder in comparison with the meals of carbonate rocks was probably due to the higher nutrient content – in particular of potassium – in this fertilizer. Liming increased directly the share of marketable tubers in the yield, but it also increased the infection with common scab.

In the first aftereffect year the barley yield increased 10.0–13.2% and that of potato 5.4–11.0%. In the second aftereffect year there was a credible increase in the pea yield only in trial plots limed with clinker powder (+13.8%). In the third aftereffect year (2002) the wheat yield increased credibly only in the variant with the mixture of clinker powder and dolomite meal, probably thanks to a more optimum nutrient (Ca:Mg:K) ratio in soil. As a result of four years, it can be said that on sandy loam with the average K- and Mg-need more effective lime fertilizers were clinker powder and the 1:1 mixture of clinker powder and dolomite meal.

Studying the pH dynamics of trial soils, it became evident that at the liming rate of 5 t ha^{-1} clinker powder neutralized soil acidity faster and to a higher pH than other lime fertilizers. In the fourth year after liming, pH of the limed trial plots had equalized and differed from the pH of unlimed soil by 0.5 units. In comparison with other lime fertilizers the application of clinker powder resulted in the first two years in higher content of available K in soil. While liming with the mixture of clinker powder and dolomite meal, the Mg-content of soil remained moderately high ($215 \rightarrow 146 \text{ mg kg}^{-1}$) during the whole trial period and in this variant the yields as well as the total effect of liming were the highest. Liming with pure dolomite meal increased the Mg-content of soil too much and it could inhibit the uptake of other nutrients.

Keywords: lime fertilizers, cement clinker powder, limestone meal, dolomite meal, cereals, potato, yield, common scab, soil pH-dynamics, K and Mg content.

Sissejuhatus

Möödunud sajandi 90-ndate aastate teisel poolel alustati Eestis taas vahepeal soiku jäänud põllumaade lupjamist. Kui varasematel, lupjamise hiilgeaegadel oli põhiliseks lubimaterjaliks tolmpõlevkivituhk, siis olukord muutus. Põhiliseks lubiväetiseks sai – ja on ka praegu – klinkritolm. Sellele hakkavad aga üha suuremat konkurentsi pakkuma paekivijahud – lubjakivijahu, dolomiidijahu ning nende segud. Näiteks 2003. aastaks tellisid põllumehed lupjamist paejahudega juba 11 000 tonni ulatuses, s.o umbes 1/6 lupjamistöõde mahust. Kasutades lupjamiseks sobiva Ca:Mg suhtega paekivijahu, on võimalik happeliste põllumuldade Mg-tarve katta odava kodumaise tooraine (dolomiit ja selle kaevandamise jäägid) baasil ning oluliselt vähendada kulutusi imporditavatele Mg-väetistele (Järvan, 2002).

Lubiväetistest põlevkivituhka on professor Osvald Hallik ja tema koolkond väga põhjalikult uurinud. Vähemal määral on tegeldud ka klinkritolmuga. Tolmjatest lubiväetistest on klinkritolm osutunud kõige efektiivsemaks (Turbas, Hiis, 1969; Turbas, Lauk, 1982). Tulenevalt mõningatest muudatustest tsemendi tootmise tehnoloogias on klinkritolmu koostis käesoleval ajal varasemaga võrreldes veidi muutunud. Seniajani praktiliselt puudusid uuringud paekivijahude toimest happeliste muldade lupjamisel. Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada Eesti põllumajandusele praegu pakutavate lubiväetiste efektiivsust põllukülvikorras, võrreldes neid ühesugustes katsetingimustes.

Materjal ja meetodika

Katse rajati 1999. aasta kevadel EMVI Olustvere katsejaama keskmiselt leetunud kamar-leetmullale. Mulla huumusesisaldus oli 1,6%, $\text{pH}_{\text{KCl}} 5,1$, omastatav P ja K (DL-meetodil) vastavalt 40 ja 86 mg kg^{-1} ning Mg (AL-meetodil) 88 mg kg^{-1} . Katsesse võeti kõik lubiväetised, mis olid väetisregistrisse kantud enne

01.04.1999, s.o klinkritolm, lubjakivijahu ja dolomiidijahu (tolmpõlevkivituha registrisse kandmise ajaks oli katse juba planeeritud). Üheks variandiks võeti ka klinkritolmu ja dolomiidijahu 1:1 segu, sest oletati, et Ca, K ja Mg soodsa omavahelise suhte tõttu võib see ehk osutada ühekülgetest lubiväetistest, eelkõige puhtast lubjakivi- ja dolomiidijahust, efektiivsemaks. Lupjamisnorm oli kõikides katsevariantides 5 t ha⁻¹. Lubiväetis anti kevadise mullaharimise alla. Katselapi suurus oli 44 m², kordusi neli.

Katses kasvatati järgmisi kultuure: 1999 – kartul 'Folva' ja oder 'Elo'; 2000 – kartul 'Anti' ja oder 'Saana'; 2001 – hernes 'Capella' ja 2002 – suvinisu 'Munk'. Kartuli ja teraviljade alla anti kompleksväetisena N 50 P 25 K 25 kg ha⁻¹, hernest ei väetatud.

Teraviljade saagikus määrati 14% niiskuse puhul, võeti teraproovid 1000 tera massi määramiseks ja biokeemilisteks analüüsideks. Kartuli puhul määrati kogusaak, 1999. aastal ka saagi struktuur, mugulahaiguste esinemine ja bioloogilise kvaliteedi näitajaid. Lupjamise aastal võeti kõikidelt katselappidelt regulaarselt mulla- proove pH ja toiteelementide dünaamika selgitamiseks. Järgnevatel aastatel võeti mulla- proove ainult saagi koristamise järel. Mullad ja taimsed proovid analüüsiti EMVI keemialaboris. Katseandmed töödeldi dispersioon- analüüsi meetodil.

Katsetulemused ja arutelu

Lubiväetiste otse- ja järelmõju põllukultuuride saagikusele

Lupjamise aastal võis täheldada, et võrsumisfaasis oli odrataimik klinkritolmu katselappidel tihedam ja laiemate lehtedega. Selle variandi saagikus kujunes kõrgeimaks (+22,0% kontrolliga võrreldes). Hea saak (+14,2%) saadi ka klinkritolmu ja dolomiidijahu seguga lubjates (tabel 1). Suure tõenäosusega võib väita, et oluline saagilisa saadi klinkritolmuga lisandunud taimetoitainete, eeskätt kaaliumi suure koguse arvel. Lubjakivi- ja dolomiidijahuga lupjamine vaevalt nädal enne odra külvi ei suurendanud terasaaki.

Tabel 1. Põllukultuuride saagikus (t ha⁻¹) ja lubiväetiste kogumõju Olustvere katsejaamas aastail 1999–2002

Table 1. The yields (t ha⁻¹) of field crops and the summarized effect of lime fertilizers at Olustvere in 1999–2002

Lubiväetis <i>Lime fertilizer</i>	1999		2000		2001	2002	1999–2002	
	kartul <i>potato</i>	oder <i>barley</i>	oder <i>barley</i>	kartul <i>potato</i>	hernes <i>pea</i>	suvinisu <i>wheat</i>	metaboliseeruvat energiat <i>metabolizable energy</i>	
							GJ ha ⁻¹	%
Lubiväetiseta <i>Without lime fertilizer</i>	39,3	3,86	4,18	48,2	2,69	3,23	228	100
Klinkritolm, 5 t ha ⁻¹ <i>Cement clinker dust</i>	48,3	4,71	4,73	51,9	3,06	3,35	258	113
Lubjakivijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Limestone meal</i>	42,7	4,05	4,66	50,8	2,99	3,28	244	107
Dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Dolomite meal</i>	44,0	4,01	4,60	52,7	3,00	3,29	248	109
Klinkritolm+dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Clinker dust+dolomite meal</i>	48,8	4,41	4,69	53,5	2,88	3,59	259	114
PD _{0,05} /LSD _{0,05}	5,3	0,38	0,42	5,2	0,32	0,34		

Lupjamise esimesel järelmõju aastal suurenes kartuli järel kasvatatud odra saagikus 10,0 (dolomiidijahu) kuni 13,2% (klinkritolm), seejuures erinevate lubiväetiste toimes ei olnud usutavaid erinevusi. Teisel järelmõju aastal suurenes hernes saak usutavalt vaid klinkritolmu variandis. Kolmandal järelmõju aastal ilmnis nisusaagi suurenemine (+11,1%) vaid klinkritolmu ja dolomiidijahu segu (1:1) variandis. Nii hea järelmõju tõenäoliseks põhjuseks võis olla mulla optimaalne Mg-sisaldus teiste katsevariantidega võrreldes (vt tabel 4).

Kartul on teatavasti kaaliumilembene kultuur. See väide loodetavasti selgitab klinkritolmu (+22,9%) ja klinkritolmu+dolomiidijahu (+24,2%) nii suurt otsemõju kartulisaaigile. Kartuli väga head reageerimist klinkritolmuga lupjamisele on täheldatud ka varasemates katsetes (Turbas, Lauk, 1982; Järvan, 1999). Lubjakivijahu (+8,7%) ja dolomiidijahu (+12,0%) otsemõju kartuli saagile jäi suhteliselt tagasihoidlikuks.

Lupjamise esimesel järelmõju aastal selgus, et odra järel kasvatatud kartul reageeris kõige paremini magneesiumi sisaldavatele lubiväetistele: dolomiidijahu mõjul suurenes saak 9,3% ja klinkritolmu+dolomiidijahu variandis 10,0%. Kartulile kõige sobivamaks magneesiumi ja kaaliumi suhteks peetakse 1:1,5 (Kuldkepp, Roostalu, 2002). Nagu lupjamise otse-, nii ka järelmõjuna osutus kartuli puhul kõige vähem efektiivseks lubiväetiseks kaltsiumisisalduse poolest ühekülgne lubjakivijahu.

Selleks, et kindlaks teha lubjamise kogumõju aastate jooksul ning selle alusel lubiväetisi omavahel võrrelda, on erinevate kultuuride saagid vaja ümber arvestada summeerimist võimaldavale mõõtühikule. Kõik katses olnud kultuurid võib lugeda söödakultuurideks ning arvestada saagid ümber metaboliseeruvale energiale gigadžaulides (GJ). Arvutused on tehtud söötade tabelite alusel (Põllumajandusloomade ..., 1995). Olustvere keskmiselt leetunud liivsavimullal osutusid nelja aasta kokkuvõttes lubiväetistest kõige tulusamateks klinkritolm ning klinkritolmu ja dolomiidijahu segu (tabel 1). Nende suurema efektiivsuse tõenäoliseks põhjuseks oli klinkritolmuga lisandunud kaalium, arvatavasti ka väävel, mille mõjul saadi suuremaid enamsaake just kahel esimesel aastal. Kui omavahel võrrelda lubjakivijahu ja dolomiidijahu toimet, siis Olustvere mullal oli nende mõju teraviljadele enam-vähem võrdne. Selle põhjuseks, et nelja aasta kokkuvõttes dolomiidijahu efektiivsuselt veidi edestas lubjakivijahu, oli tõenäoliselt dolomiidijahu magneesiumi positiivne mõju kartulile.

Lubiväetiste mõju saagi kvaliteedile

Otsemõju aastal suurendasid lubiväetised, välja arvatud dolomiidijahu, odraterade proteiini- ja fosforisisaldust (Järvan jt, 2000). Dolomiidijahuga lubjamisel vähenes terade kaaliumisisaldus. Tõenäoliselt võis tegemist olla taimetoiteelementide antagonismiga: dolomiidijahus ühekülgelt sisalduv magneesium võis pidurdada kaaliumi omastamist. Esimesel järeilmõju aastal suurenes odra 1000 tera mass lubjamise toimetel 0,3–1,7 g võrra, täheldati ka proteiinisisalduse suurenemise tendentsi (statistiliselt mitteusutav).

Kartuli bioloogilise kvaliteedi näitajatest määrati otsemõju aastal ja esimesel järeilmõju aastal mugulate kuivaine-, tärklise-, nitraadi- ning kaaliumi- ja magneesiumisisaldus. Täheldati, et lubjamise aastal lubiväetised pigem vähendasid kuivaine- ja tärklisesisaldust (tabel 2). Teatavasti ju soovitataksegi (seda küll rohkem kärnhaiguste profülaktikaks) kartulipõldu kasvatamise aastal mitte lubjata, vaid anda lubiväetis eelviljade alla. Positiivsena väärib märkimist, et klinkritolmu ja dolomiidijahuga lubjamine suurendas mugulate kaaliumisisaldust ning dolomiidijahuga lubjamine ka magneesiumisisaldust. Kaaliumi ja magneesiumi rohkus kartulis, mida suhteliselt suurtes kogustes tarbitakse, on heaks südamehaiguste profülaktikaks. Lubjamise järeilmõjul suurenes mõnevõrra kartuli kuivaine- ja tärklisesisaldus, nitraadisaldus ei muutunud.

Kartuli saagistruktuuri jaoks määrati kõikidelt katselappidelt suurte, keskmiste (seemnefraktsioon) ja väikeste mugulate osatähtsus saagis (tabel 2). Selgus, et kaubaliste (suured + keskmised) mugulate osatähtsus saagis suurenes usutavalt klinkritolmuga ning klinkritolmu ja dolomiidijahu seguga lubjamisel. Klinkritolmu positiivset mõju kartuli kaubalisusele on täheldatud ka katses sordiga 'Adretta' (Järvan, 1999).

Tabel 2. Lubiväetiste otsemõju kartulimugulate (sort 'Folva') välimise ja bioloogilise kvaliteedi näitajatele Olustveres 1999. a

Table 2. The direct effect of lime fertilizers on external and biological quality of potato tubers in 1999

Lubiväetis <i>Lime fertilizer</i>	Välimise kvaliteedi näitajad <i>External quality indicators</i>			Bioloogilise kvaliteedi näitajad <i>Biological quality indicators</i>				
	suurte ja keskmiste mugulate osakaal saagis <i>part of big and middle tubers, %</i>	kahjustatud mugulate osatähtsus <i>the part of damaged tubers, %</i>		kuivaine <i>dry matter, %</i>	tärklis <i>starch, %</i>	nitraadid <i>nitrates, mg kg⁻¹</i>	K, % <i>k.a./DM</i>	Mg, % <i>k.a./DM</i>
		harilik kärn <i>common scab</i>	mustkärn <i>black scurf</i>					
Lubiväetiseta <i>Without lime fertilizer</i>	85,9	45,0	24,5	20,8	15,0	72,6	1,71	0,16
Klinkritolm, 5 t ha ⁻¹ <i>Cement clinker dust</i>	92,4	62,0	25,0	20,9	15,1	81,0	1,76	0,16
Lubjakivijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Limestone meal</i>	91,2	53,0	26,0	20,1	14,3	72,0	1,70	0,16
Dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Dolomite meal</i>	91,0	41,5	23,0	20,5	14,7	93,5	1,84	0,19
Klinkritolm+dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Clinker dust+dolomite meal</i>	92,8	52,5	12,5	19,4	13,6	118,8	1,85	0,17
PD _{0,05} /LSD _{0,05}	6,3	14,4	16,4	0,8	0,6	19,4	0,07	

Kartulihaigustest (harilik kärn, mustkärn, hõbekärn) tabandunud mugulate osatähtsus saagis määrati katsevariantide kõikides kordustes 50 kaubaliselt mugulalt. Selgus, et lubiväetiste otsemõjul suurenes harilikku kärna nakatunud mugulate osatähtsus, statistiliselt usutav oli see küll vaid klinkritolmu puhul (tabel 2). Selle haiguse arenguks optimaalne mulla pH tase on 6,0–7,5 (Lõiveke, 2002). Meie katses oligi klinkritolmuga lubjatud mulla pH oluliselt kõrgem – suve esimesel poolel 6,4–6,5 (vt tabel 4) – kui teiste lubiväetiste puhul. Hõbekärna nakkust esines lubjatud variantides 5,5–11% mugulatest. Hõbekärna ja mustkärna esinemise suurenemist lupjamise toimele ei tuvastatud.

Lubiväetiste mõju mulla omadustele

Lupjamise aastal regulaarselt võetud mullaproovide analüüsimisel selgus, et normi 5 t ha⁻¹ puhul neutraliseeris mulla happesust kõige kiiremini klinkritolm (tabel 3) ja hoidis pH esimestel kuudel oluliselt kõrgemal vaatamata sellele, et klinkritolmu TMKK-s määratud neutraliseerimisvõime oli oluliselt madalam kui teistel lubiväetistel. Kõige vähem neutraliseeris happesust dolomiidijahu. Eeltoodutega samasuunalisi tulemusi saadi ka meie teistes samalaadsetes uuringutes (Järvan, 2000). Katse lõpetamisel 2002. aasta sügisel oli pH tase kõikidel lubjatud katselappidel ühtlustunud ning erines lupjamata mulla pH-st umbes 0,5 ühiku võrra.

Klinkritolmuga lubjatud mullas oli omastatava kaaliumi sisaldus esimese ja teise aasta sügisel suurem kui teistes katsevariantides (tabel 4).

Tabel 3. pH_{KCl} dünaamika lubjatud muldades

Table 3. Dynamics of pH_{KCl} in limed soils

Lubiväetis <i>Lime fertilizer</i>	1999				September 2000	September 2001	September 2002
	20.05	05.07	06.08	06.09			
Lubiväetiseta <i>Without lime fertilizer</i>	5,17	5,14	5,45	5,50	5,4	5,4	5,3
Klinkritolm, 5 t ha ⁻¹ <i>Cement clinker dust</i>	6,50	6,43	5,97	6,07	6,1	6,0	5,8
Lubjakivijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Limestone meal</i>	6,02	6,15	6,10	6,00	5,8	5,8	5,8
Dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Dolomite meal</i>	6,02	6,04	5,93	5,90	5,9	6,0	5,8
Klinkritolm+dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Clinker dust+dolomite meal</i>	6,17	6,09	5,87	5,98	5,9	5,8	5,7

Lupjamine/Liming 29.04.1999, lupjamisnorm/rate 5 t ha⁻¹
Enne lupjamist (27.04.1999) / Before liming pH_{KCl} 5,1

Tabel 4. Omastatava kaaliumi ja magneesiumi sisalduse (mg kg⁻¹) dünaamika lubjatud muldades

Table 4. Dynamics of available potassium and magnesium in limed soils

Lubiväetis <i>Lime fertilizer</i>	September 1999		September 2000		September 2001		September 2002	
	K	Mg	K	Mg	K	Mg	K	Mg
Lubiväetiseta <i>Without lime fertilizer</i>	81	90	85	92	95	102	89	89
Klinkritolm, 5 t ha ⁻¹ <i>Cement clinker dust</i>	108	127	100	94	100	102	89	83
Lubjakivijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Limestone meal</i>	83	116	81	107	87	102	86	95
Dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Dolomite meal</i>	97	264	102	228	104	208	97	210
Klinkritolm+dolomiidijahu, 5 t ha ⁻¹ <i>Clinker dust+dolomite meal</i>	108	215	94	198	104	156	86	146

Lupjamine/Liming 29.04.1999, lupjamisnorm/rate 5 t ha⁻¹
Enne lupjamist (27.04.1999) / Before liming K 86 mg kg⁻¹, Mg 88 mg kg⁻¹

Dolomiidijahuga lupjamine suurendas oluliselt mulla magneesiumisisaldust, viies selle optimaalsest Mg-tasemest märksa kõrgemaks. Sellisel juhul võib teiste toiteelementide, eelkõige kaaliumi ja kaltsiumi omastamine olla häiritud ning kultuuride saagikus väheneda. Klinkritolmu ja dolomiidijahu seguga lupjamilisel püsis mulla Mg-sisaldus kogu katseperioodi jooksul mõõdukalt suurena ($215 \rightarrow 146 \text{ mg kg}^{-1}$) ning selle lubiväetise variandis olid põllukultuuride saigid ja lupjamise kogumõju kõige suuremad.

Kokkuvõte ja järeldused

Mõõdukalt happelise kamar-leetmulla lupjamilisel normiga 5 t ha^{-1} osutus klinkritolm kui kõige taimetoitainerikkam lubiväetis efektiivsemaks kui lubjakivijahu ja dolomiidijahu. Katses kasvatatud kultuuridele (oder, kartul, suvinisu) oli väga hea toimega ka klinkritolmu ja dolomiidijahu 1:1 segu, mille puhul kaltsiumi, magneesiumi ja kaaliumi omavahelised suhted on paremini tasakaalustatud kui teistes katsetatud lubiväetistes. Eelnimetatud seguga lubjatud mullal olid kultuurid magneesiumiga optimaalselt varustatud ka veel kolmandal järelmõju aastal.

Vaatamata sellele, et klinkritolmu laboratoorselt määratav neutraliseerimisvõime on madalam kui lubjakivi- ja dolomiidijahudel, neutraliseeris see mulla happesust esialgu kiiremini ja kõrgema pH-ni. Neljandal aastal pärast lupjamine oli mullareaktsioon erinevate lubimaterjalidega lubjatud katselappidel ühtlustunud ning erines lupjamata mulla pH-st umbes 0,5 ühiku võrra.

Kartul – teatavasti värske lubiväetise suhtes tundlik kultuur – reageeris lupjamisele olulise saagitõusuga (8,7–24,2%). Klinkritolmuga variantides suurenes usutavalt ka kaubaliste mugulate osatähtsus. Kuid lubiväetiste otsemõjul vähenes mugulate kuivaine- ja tärklisesisaldus ning suurenes haigestumine harilikku kärna. Kartuli puhul tuleb lubiväetis anda eelkultuuri alla.

Tänuavaldused

Käesolev uurimus sai teoks tänu Nordkalk AS-i ja tema eelkäijate ning AS Kunda Nordic Tsemendi üksmeelsele ja erapooletule finantseerimisele aastatel 1999–2002. Avaldan siirast tänu põllumajanduskandidaat Taavet Valgusele, kes Olustveres teostas katse vastavalt etteantud meetodikale; põllumajanduskandidaat Helmo Niinele ja Anne Kasele endisest EMVI keemialaborist muldade ja taimse materjali usaldusväärsede analüüside eest; põllumajanduskandidaat Erika Vesikule kartuli saagistruktuuri ja mugulahaiguste määramise eest.

Kirjandus

- Järvan, M. Eesti karbonaatkivimite töötlemis- ja tööstusjäätid köögiviljakultuuride kasvukeskkonna reguleerijana ning taimetoitainete allikana. – ETF grand nr 3211 lõpparuanne. Saku, 2002. – 34 lk (käsikiri).
- Järvan, M. Klinkritolmu toimest kartulile 'Adretta'. – Teaduselt põllule ja aeda. Jäneda, lk 166–167, 1999.
- Järvan, M. Mitmesuguste lubiväetiste toimest mulla ja turvassubstraadi happesuse neutraliseerimisel. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised 11, lk 9–12, 2000.
- Järvan, M. Peenestatud karbonaatkivimite efektiivsus muldade lupjamilisel. – Lepingulise uurimistöö aruanne Partek Nordkalk AS-le. Saku, 2001. – 15 lk (käsikiri).
- Järvan, M., Zirk, M., Valgus, T. Lubiväetiste otsemõjust kartulile ja odrale. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised 11, lk 13–14, 2000.
- Kuldkepp, P., Roostalu, H. Kartuli väetamine. – Rmt: Kartulikasvatus. Tartu, lk 147–184, 2002.
- Lõiveke, H. Kartulil levivad haigused ja nende tõrje. – Rmt: Kartulikasvatus. Tartu, lk 347–396, 2002.
- Põllumajandusloomade söötmisnormid koos söötade tabelitega. Tartu, 1995. – 186 lk.
- Turbas, E., Hiis, V. Pulverized lime fertilizers in the Estonian SSR, their effectiveness and application. – Transactions of Estonian Agricultural Academy. Soils and Fertilization, 62. – Tartu, p. 111–115, 1969.
- Turbas, E., Lauk, E. Lupjamisalase uurimistöö tulemustest ja soovitusel muldade korduslupjamiseks. – Tallinn, 1982. – 60 lk.

Effect of Some Local Lime Fertilizers on Field Crops and Soil Properties

M. Järvan

Summary

For liming acid soils several local lime materials such as clinker powder and carbonate rocks (limestone, dolomite) meals of different composition are currently used in Estonia. Using rock meals with Ca:Mg ratio suitable for liming, it is possible to cover the Mg-need of field soils with local raw material (dolomite and its mining residues) and to reduce considerably the expenditures on imported Mg-fertilizers (Järvan, 2002). The aim

of the present research was to study the effectiveness of lime fertilizers used currently in Estonia in crop rotation by comparing them in similar trial conditions.

The trial was established on acid sandy loam ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5.1$) at ERIA's Olustvere Experimental Station in the spring of 1999. The trial included clinker powder, limestone meal, dolomite meal and the 1:1 mixture of clinker powder and dolomite meal. The liming rate was 5 t ha^{-1} . The lime fertilizers were applied during spring tillage. The following crops were grown: in 1999 and 2000 – potato and barley, in 2001 – pea, in 2002 – summer wheat.

In the year of liming the yielding ability of barley was the highest in the clinker powder variant (+22.0% in comparison with control). Good yield (+14.2%) was obtained also with the mixture of clinker powder and dolomite meal (Table 1). The significant extra yield was probably due to the additional plant nutrients – particularly a great amount of potassium – received with clinker powder. In the first year of aftereffect the yielding ability of barley increased 10.0–13.2% while the differences in the effect of different lime fertilizers were not credible. In the second aftereffect year the pea yield increased credibly only in the clinker powder variant. In the third aftereffect year the increase in wheat yield (+11.1%) was evident only in the variant of 1:1 mixture of clinker powder + dolomite meal. Such a good aftereffect was probably caused by the soil's optimum Mg-content in comparison with other trial variants (Table 4).

As known, potato is a potassium-loving crop. Probably therefore the potato yield increased so much under the direct effect of clinker powder and clinker powder and dolomite meal mixture, respectively 22.9 and 24.2%. Potato's very good response to liming with clinker powder has been observed even earlier (Turbas, Lauk, 1982; Järvan, 1999). The direct effect of limestone meal and dolomite meal on potato yield remained moderate, the yields increased respectively 8.7 and 12.0%. In the first aftereffect year potato responded best to the lime fertilizers containing Mg: under the effect of dolomite meal the yield increased 9.3% and in the variant of clinker powder + dolomite meal 10.0%.

In order to find out the total effect of liming and to compare the lime fertilizers on this basis, the yields of different crops were recalculated into metabolizable energy in gigajoules. In the result of four years it can be said that for the liming of moderately acid sandy loam the most effective fertilizers turned out to be clinker powder and the mixture of clinker powder and dolomite meal (Table 1). The probable reason for better effectiveness was potassium, presumably also sulphur, added with clinker powder, which caused bigger extra yields especially in the first two years.

In the year of direct effect, the lime fertilizers, except dolomite meal, increased the protein content and the phosphorus content in barley grains (Järvan, *et al.*, 2000). Liming with dolomite meal reduced the potassium content in grains.

Of the indicators of potato's biologic quality the contents of dry matter, starch, nitrates, potassium and magnesium in tubers were determined in the year of direct effect and in the first aftereffect year. In the year of liming the fertilizers reduced the dry matter and starch contents of tubers (Table 2). It is worth mentioning that liming with clinker powder and dolomite meal increased the potassium content in tubers and liming with dolomite meal increased even the magnesium content.

Determining the yield structure of potato indicated that the share of marketable tubers (large + average) had a credible increase in variants with clinker powder and clinker powder + dolomite meal. The positive effect of clinker powder on potato's marketability has been observed also in an earlier trial (Järvan, 1999). The share of infected tubers in the yield was determined in all replications of trial variants on 50 marketable tubers. Under the direct effect of lime fertilizers the share of tubers infected with common scab increased, the increase was statistically credible in the variant with clinker powder. In limed variants 5.5–11% of tubers were infected with silver scurf. No higher occurrence of silver scurf and black scurf was observed in connection with liming. In the case of potatoes the lime fertilizer must be applied to the preceding crop.

Clinker powder neutralized the soil acidity faster and to a higher pH than other lime fertilizers (Table 3). In the fourth year after liming, pH of the limed trial plots had equalized and differed from the pH of unlimed soil by 0.5 units.

In liming moderately acid sod-podzolic soil with rate 5 t ha^{-1} , clinker powder as the most nutrient-rich lime fertilizer turned out to be more effective than limestone meal and dolomite meal. Trial crops were very positively affected also by the 1:1 mixture of clinker powder and dolomite meal, which has a more balanced ratio of calcium, magnesium and potassium than other tested lime fertilizers. The soil limed with the above mixture provided crops with the optimum amount of magnesium even in the third aftereffect year.