

KLINKRITOLMU TOIMEST 1998. AASTA TINGIMUSTES

M. Järvan, P. Kuhlberg

Klinkritolm on tsemendi tootmise paratamatu kõrvalprodukt. Kuigi osa sellest suunatakse tootmisprotsessi tagasi, jääb seda siiski suurtes kogustes järele. Klinkritolmu karbonaatsuse ja temas sisalduvate taimetoitainete tõttu oleks väga ebamajanduslik ning keskkonnakaitse seisukohalt riskantne käidelda klinkritolmu jäätmena ja vedada see prügilatesse. Klinkritolm on efektiivne materjal happeliste muldade lupjamiseks ning põllukultuuride produktiivsuse tõstmiseks, seda on teadlased (Turbas, Hiis, 1969; Turbas, Lauk, 1982) juba varem tõestanud. Klinkritolm, sisaldades suhteliselt palju kaaliumi ja väävlit hästi lahustuvas vormis, oli paljudele kultuuridele, eriti kartulile, parim lubiväetis (Turbas, Hiis, 1969). 1997. aastal M. Järvani korraldatud tootmiskatses Viljandimaal liivsavimullal (pH_{KCl} 5,9) suurendas klinkritolm (norm 3 t/ha) kartuli 'Adretta' kogusaaki 3,82 t/ha ehk 16,6% ja kaubanduslike mugulate saaki 31,4%.

Klinkritolmu hakati Eestis lubiväetisena kasutama 1964. aastast alates. Kõrgperioodil tarniti seda põllumajandusele umbes 100 000 tonni aastas. 1998. aastal moodustasid AS Kunda Nordic Tsemendi tarded põldude lupjamiseks 49 000 tonni. Klinkritolmu koostis on suhteliselt stabiilne, väikesed kõikumised on tingitud tarbitava põlevkivi keemilisest koostisest. Klinkritolmu kvaliteet on pideva kontrolli all, regulaarselt võetakse proove ja analüüsitakse neid iga kuu. 1998. aasta keskmisena oli taimetoiteelementide sisaldus (protsentides) klinkritolmus järgmine: CaO 42,1; MgO 3,1; K₂O 5,1; SO₃ 6,1; P₂O₅ 0,38. Väikestes kogustes leidub ka mitmeid teisi elemente (Fe, Al, Cl, Na, Mn, Pb, Zn, Cr, Cu jt.).

1998. aastal uuriti Põlvamaal kolmes kohas tootmis põldudel, kuidas mõjutab klinkritolmuga lupjamine suviteraviljade saagikust ning mulla agrokeemilisi omadusi. Lupjamisnorm oli 3500 kg/ha CaCO₃, põllud lubjati 28. aprillil. Vahetult enne seda võeti mullaproovid nii lubjatavate kui ka lubiväetiseta jäetavate ehk kontrollaladelt. Proovivõtmise alad tähistati ning umbes 2,5-kuuliste vaheaegade järel (juulis ja septembris) võeti mullaproovid samadelt kohtadelt. Määrati muldade agrokeemilised näitajad. Saagiarenduse tootmistingimustes tegi põldude valdaja.

Vegetatsiooniperioodi ilmastik oli teraviljakultuuridele erakordselt ebasoodne. Põlvamaal algasid mai III dekaadist alates sagedased tugevad vihmajärged. Ajuti kaasnes sellega tormi- ja rahehooge, mis löid vilja maha. Maist augusti lõpuni langes 541 mm sademeid, mis aastate keskmise normiga võrreldes on 2,16 korda rohkem. Kogu taimikasvuperioodil valitses mullas kestav liigniiskus, paljud põlluosad olid pidevalt vee all. Teravili kiratses, kohati kasvasid elujõulisemad umbrohud viljast läbi. Hilines terade valmimine. Koristamise võimalus saabus alles septembri I dekaadil, kuid liigniiske pinnase tõttu jäid vaatlusalused põllud osaliselt või isegi täielikult koristamata. Neli kuud kestnud sademeterohkus mõjutas oluliselt mullas toimuvaid protsesse ja taimetoitainete sisaldust. Mullaprofiili pidevalt läbiuhtuvad sademed tõenäoliselt vähendasid toitainete sisaldust künnikihis. Kuplitel ja kallakja reljeefiga põldudel esines mulla ja väetisainete ärauhumist ja kokkukannet reljeefi madalamatesse kohtadesse. Kupliliste põldude viljakus muutus seetõttu veelgi ebahühtlasemaks. Erakorralisest ilmastikust tingituna ei olnud 1998. aasta tingimustes võimalik saada objektiivset hinnangut klinkritolmu mõjust teraviljadele. Põlvamaa tingimustes jäi efektiivsus loodetust oluliselt madalamaks (Põlva POÜ-s enamsaak 242...292 kg/ha ehk 11,0...13,2%) või puudus hoopis (kahes talus). Madala efektiivsuse mõningaid võimalikke põhjusi selgitatakse selles artiklis edaspidi. Järgnevalt vaadeldakse, milline oli mullareaktsiooni ja toitainete sisalduse dünaamika (joonis 1) ning tendentsid mullas klinkritolmuga lupjamine toimel. Võrreldakse ühtedest ja samadest proovivõtukohtadest võetud muldade agrokeemilisi näitajaid aprillis (enne lupjamine) ning juulis ja septembris.

1998. aasta tingimustes Põlvamaal tõusis mulla pH_{KCl} klinkritolmuga lupjamine toimel viie kuu pikkuses ajavahemikus tasase reljeefiga aladel 0,8...1,1 ühiku võrra. Kuplitel suurenes pH_{KCl} 0,4...0,5 ühiku võrra – sealt oli mulla ja väetisainete pinnavetega äravool. Mullareaktsioon tõusis mitte hüppeliselt, vaid järk-järgult. Sellise suhteliselt aeglase reaktsiooni muutusega kohanevad taimed ja ka mulla mikroorganismid paremini. E. Turbas (1996) märgib, et klinkritolm leelistab mulda vahetult pärast lupjamine palju vähem kui tolmpõlevkivituhk. Seega on lubiväetise ebahühtlase laotamise korral lokaalse üledoseerimise negatiivne mõju klinkritolmuga lupjamine väiksem kui põlevkivituhaga lupjamine.

Omastatava kaltsiumi ja magneesiumi sisaldused mullas suurenesid suhteliselt aegamööda pidevas tõusujoones. Teatavasti on klinkritolmu kaltsiumi ja magneesiumi lahustuvus vees väike (Turbas, 1996). Viie kuu jooksul suurenes klinkritolmuga lupjamine toimel mullas kaltsiumisisaldus tasasel maal 700...850 mg/kg ja kuplitel, kust toimus pinnavetega äravalgumine, 500...600 mg/kg. Mulla magneesiumisisaldus suurenes tasasel aladel umbes 30 mg/kg, kuplitel ja kallakja reljeefiga aladel 12...13 mg/kg.

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Sellele lehele tulevad graafikud erilehelt

Taimedele omastatava kaaliumi sisaldus mullas suurenes pärast lupjamist kiiresti – ajavahemikus aprilli lõpust juuli alguseni 18...48 mg/kg võrra. Klinkritolmu kaalium (ja ka väävel) teatavasti lahustuvad vees hästi. Selle aja jooksul kasutasid noored taimed kaaliumi veel vähe ja ka sademed tõenäoliselt ei olnud seda märkimisväärses koguses ära uhtunud. Suve teisel poolel (juulist septembrini) vähenes omastatava kaaliumi sisaldus mullas järsult, 10...35 mg/kg võrra. Peamiseks põhjuseks oli tõenäoliselt sademetega väljauhtumine ja äravool pinnaveetega, aga ka omastamine taimede poolt.

Aktiivse mangaani sisaldus mullas suurenes suve jooksul pidevalt. Lupjamises viie kuu möödudes oli selle sisaldus tõusnud 18...50 mg/kg. Madalamate põlluosade mullas oli aktiivse mangaani lisandumine suurem kui kõrgematel põlluosadel. Selle põhjuseks võis olla, esiteks, kokkuvool pinnaveetega ja, teiseks, mangaaniühendite muutumine üleujutatud põlluosade anaeroobsetes tingimustes kergesti liikuvaks ja taimedele omastatavaks Mn^{2+} -ks. Lupjamiseks kasutatud klinkritolmu Mn-sisaldus oli 500 mg/kg. Seega anti lubiväetise normi 3500 kg/ha $CaCO_3$ puhul Mn umbes 2,4 kg/ha, mis on märkimisväärne mikroväetise kogus.

Klinkritolmuga lupjamisel praktiliselt ei muutunud mulla vees lahustuva boori sisaldus neil juhtudel, kui mulla pH_{KCl} enne lupjamist oli $>5,8$ (Kaska-Luiga talu vaatluspõllul). Happelisemate muldade (pH_{KCl} 5,1...5,6) lupjamisel suurenes mulla boorisaldus suve esimesel poolel (juulini) 0,14...0,22 mg/kg, sügiseks aga vähenes järsult – tõenäoliselt uhuri künnikihist välja.

Erakordselt sademeterohkel 1998. aastal jäi klinkritolmuga lupjamise efektiivsus madalaks. Põlvamaal Kaska-Luiga talu vaatluspõllul, mis üleujutuse tõttu jäi koristamata ja kus määrati bioloogiline saak väikestel lappidel, ning Tobrelutsu talu põllul jäi suvinisu 'Tjälve' saak lubjatud põlluosal isegi veidi väiksemaks kui lupjamata alal. Püüame alljärgnevalt seda mõneti ebaloogilist tulemust analüüsida, võttes appi Stuttgart-Hohenheimi Ülikooli Taimede Toitumise Instituudi professori dr. Horst Marschneri (1997) käsitluse: "Veega küllastunud ja üleujutatud muldades on mikroorganismid ja taimejuured hapniku ära kasutanud. Niipea kui molekulaarne hapnik on ammendatud, hakatakse hingamiseks tarbima mitmesugustes ühendites sisalduvat hapnikku. Nende ühendite kasutamise järjekord on redokspotentsiaalid ning on järgmine: nitraatide taandamine (denitrifikatsioon) → Mn^{2+} moodustumine → Fe^{2+} moodustumine → sulfaatide taandamine (H_2S moodustumine). Veega küllastunud mullas algab Mn-oksiidide taandamine Mn^{2+} -ks. See protsess võib toimuda üsna kiiresti ning juba lühikese aja pärast võib mulda kuhjuda väga suurtes kogustes veelahustuvat ja taimedele omastatavat Mn^{2+} . Üleujutuse tingimustes mõjub Mn^{2+} taimedele toksiliselt. Kui liigniiskus mullas kestab veel pikemat aega, siis algab ka Fe(III) taandamine ning sageli võivad taimed kannatada Fe-liia all. Edasi järgneb sulfaatide taandamine väävelvesinikuks (H_2S), mis on taimejuurtele väga mürgine." Mangaanilii, raualii ja väävelvesiniku ohtlikkust taimedele ning nende poolt esile kutsutud mürgistussümptomeid käsitletakse teisteski monograafiates (Bergmann, Neubert, 1976; Baumeister, Ernst, 1978; Mengel, Kirkby, 1987).

Klinkritolm teatavasti sisaldab mangaani, rauda ja väävlit nimetamisväärses koguses. Seega on võimalik, et 1998. aastal võis pikaajaline liigniiskus põhjustada eelnimetatud negatiivseid protsesse klinkritolmuga lubjatud muldadel mõnevõrra tugevamini kui lupjamata muldadel ning see võis pidurdada saagi moodustumist. Nii sademeterohket vegetatsiooniperioodi esineb Eestis siiski väga harva. Nagu kinnitavad paljud varem tehtud katsed, on klinkritolm osutunud kõige efektiivsemaks lubiväetiseks (Turbas, Lauk, 1982).

1998. aastal uuriti klinkritolmu ja paejahu (Vasalemma lubjakivijahu ja Anelema dolomiidijahu vahekorras 2:1, jahvatusaste $<0,2$ mm) efektiivsust lubiväetisena põldkatsetes köögiviljadega (porgand, söögipeet, peakapsas). Katsed toimusid Sakus saviliiva lõimisega küllastumata kamarmullal, mille pH_{KCl} enne lupjamist oli 5,03. Lubiväetised (3500 kg/ha $CaCO_3$) anti kevadel enne juurviljade külvi ja kapsa istutamist. Sakus tuli maist augusti lõpuni sademeid 1,75 korda rohkem, kui on paljude aastate keskmine. Katsepõld oli sageli üleujutatud ning muld pidevalt liigniiske. Kuigi porgandit ja söögipeeti – nagu peakapsastki – üldiselt ei peeta värske lubiväetise suhtes tundlikuks ja neile lubatakse lubiväetist anda ka enne seemnete külvi (Mappes, Will, 1965), ei osutunud klinkritolm ja paejahu juurviljadele 1998. aasta tingimustes efektiivseks. Lubiväetised praktiliselt ei mõjutanud porgandi saaki, kuid vähendasid söögipeedi saaki 8,3...16,2%. Peakapsa (sort F₁ 'Erdeno') saagile mõjusid lubiväetised aga väga efektiivselt. Paejahuga lupjamisel oli saak 92,8 t/ha ja klinkritolmuga lupjamisel 110,5 t/ha ehk vastavalt 23,6% ja 47,1% suurem kui lubiväetiseta. Veel täheldati seda, et lubjatud mullal haigestunud kapsataimed tunduvad vähem liigniiske ilmastiku poolt soodustatud haigustesse – kuivlaiksusesse ja mustmädanikku.

Mulla omadusi mõjutasid lubiväetised mõnevõrra erinevalt. Kolm nädalat pärast lupjamist oli pH_{KCl} klinkritolmu variandis suurenenud 1,52 ühiku võrra ja paejahu variandis 1,18 ühiku võrra. Laktaatlahustuva kaaliumi sisaldus oli klinkritolmu mõjul suurenenud 95 mg/kg ja paejahu puhul vähenenud 35 mg/kg võrreldes lupjamata mullaga. Viis kuud pärast lupjamist (oktoobri algul) oli klinkritolmuga lubjatud mulla pH_{KCl} 1,37 ühikut ja paejahuga lubjatud mullal 0,82 ühikut kõrgem kui lupjamata mullal. Laktaatlahustuva kaaliumi sisaldus oli klinkritolmu toimel suurenenud 57 mg võrra kg kohta, paejahuga lubjatud mullas oli see praktiliselt samal tasemel kui lupjamata mullas. Seega, klinkritolm neutraliseeris mulla happesust paremini kui paejahu ning täiendas oluliselt omastatava kaaliumi varusid.

Kirjandus

- Baumeister W., Ernst W. Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. – Stuttgart–New York, 1978. – 416 S.
- Bergmann W., Neubert P. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. – Jena, 1976. – 711 S.
- Mappes F., Will H. Die Düngung im Gemüsebau. – In: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. III Band, I Hälfte. – Wien–New York, 1965. S. 796...832.
- Marschner H. Waterlogged and Flooded Soils. In: Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. – London–Cambridge, 1997. pp.626...641.
- Mengel K., Kirkby E. A. Principles of Plant Nutrition. – Bern/Switzerland, 1987. – 687 pp.
- Turbas E. Muldade keemiline melioratsioon. Rmt.: Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. – Tallinn, 1996, lk. 67...102.
- Turbas E., Hiis V. Pulverized Lime Fertilizers in the Estonian S. S. R. , Their Effectiveness and Application. – Transactions of Estonian Agricultural Academy. Soils and Fertilization, 62. – Tartu, 1969, pp. 111...115.
- Turbas E., Lauk E. Lupjamisalase uurimistöö tulemustest ja soovitused muldade korduslupjamiseks. – Tallinn, 1982.– 60 lk.

About the Effect of Liming With Cement Clinker Dust in 1998

M. Järvan, P. Kuhlberg

Summary

The vegetation period in 1998 was extraordinary rainy. The amount of precipitation from May to August exceeded 2.16-fold (at Põlva) and 1.75-fold (at Saku) the long-time average. An effect of liming with cement clinker dust by lime rate 3500 kg CaCO₃ per hectare on field crops productivity, soil acidity and nutrient content was investigated. The farm scale trials with spring cereals were carried out at county Põlva and the field trials with carrot, red beet and cabbage were carried out at Saku.

The effect of liming with clinker dust on spring cereals in conditions of waterlogged and flooded soils was low or missing at all. Lime fertilizers (clinker dust and limestone meal) applied in spring 1998 did not increase the yield of carrot and red beet. However, liming with clinker dust increased the yield of cabbage by 47.1% and with limestone meal by 23.6%, being respectively 110.5 and 92.8 tons per hectare. Clinker dust essentially decreased the acidity and increased the content of available potassium, calcium, magnesium and manganese in soils.