

M a a t a l o u d e n
t u t k i m u s k e s k u k s e n
j u l k a i s u j a
S A R J A A

31

Arja Nykänen

**Kalkituksen vaikutus
maan vaihtuvien kalsiumin
ja magnesiumin
pitoisuuksiin**

Arja Nykänen

Kalkituksen vaikutus maan vaihtuvan kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksiin

**Effect of liming on the exchangeable calcium
and magnesium content of the soil**

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-505-7

ISSN 1238-9935

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus

Arja Nykänen

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

Painatus

Vammalan Kirjapaino Oy, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: maalaji, kalsiittikalkki, dolomiittikalkki, kuonakalkki, pH

Tämän kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuinka eri kalkitusaineilla kalkitseminen vaikuttaa maan vaihtuvan kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuteen eri maalajeilla. Aineisto käsittää 12 eri julkaisussa kuvattujen 19 kenttäkoesarjan tulokset. Kokeita on suoritettu eri paikkakunnilla ja eri maalajeilla.

Aineisto tukee hyvin käsitystä siitä, että kalkin liukoisuuteen vaikuttavilla tekijöillä on suuri merkitys sen tehoon maan kalsium- ja magnesiumin tilan muuttajana. Dolomiittikalkki kohotti maan magnesiumipitoisuutta (keskimäärin 7,8 mg/l, kun kalkkia levitettiin 1 tn/ha) ja kalsiittikalkki kalsiumipitoisuutta (keskimäärin 47 mg/l, kalkkia 1 tn/ha). Kuonakalkit sijoittuivat maan magnesiumipitoisuuden kohottajana kalsiittikalkin ja dolomiittikalkin väliin. Kalsiumipitoisuuden kohottajana kuonakalkit olivat dolomiittikalkin luokkaa. Tässä ei ole eritelty terässlutonkuonia masuunikuonista, joiden magnesiumipitoisuus on korkeampi.

Savimaiden kalsium- ja magnesiumin tilaa on vaikea kohottaa. Eloperäisten maiden kalsiumipitoisuuden nostaminen lienee helppoa. Eri kalkitusaineiden keskiarvoja käyttäen nostaa tonnin kalkitus hehtaaria kohti savimaiden kalsiumipitoisuutta 30 mg/l, karkeiden kivennäismaiden 42 mg/l ja eloperäisten maiden 34 mg/l. Magnesiumipitoisuuksiin kalkkitonnilla oli seuraavanlainen vaikutus: savimailla 2,6 mg/l, karkeilla kivennäismailla 4,3 mg/l ja eloperäisillä mailla 4,7 mg/l.

Maan kalsiumipitoisuuden kohottaminen 100 mg/l kalsiittikalkilla vaatii 2,1 tonnin kalkituksen, dolomiittikalkilla 3,6 tonnin kalkituksen ja kuonakalkeilla 4,8 tonnin kalkituksen hehtaaria kohti. Magnesiumin kohdalla vastaava luku dolomiittikalkilla on 12,8 tonnia hehtaarille. Muilla kalkitusaineilla ei maan magnesiumin lukua kannata lähteä kohottamaan. Kalsiittikalkilla on jopa taipumusta vähentää maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuutta.

Abstract

Key words: soil type, calsite lime, dolomite lime, slag lime, pH

The study examines the effects of liming with different substances on the content of exchangeable calcium and magnesium on different soil types. Data were collected from 12 publications reporting of 19 field experiments conducted in different parts of the country.

The data confirm the impression that factors affecting the solubility of lime make an important contribution to its ability to change the calcium and magnesium content of soil. The differences between limes were striking: dolomite lime raised the magnesium content of soil by about 7.8 mg/l per lime tonne and calcite lime the calcium content of soil by about 47 mg/l per lime tonne. Slag limes (which include both steel smelting and blast furnace slags) came between calcite and dolomite limes in raising the magnesium content, and were at the same level as dolomite lime in raising the calcium content of the soil.

The results show that it is difficult to increase the calcium and magnesium content of soil, irrespective of the soil type. It is easiest to increase the calcium content of organic soils. The following figures are averages for different lime types. Liming with 1 t of lime raised the calcium content of clay soils by 30 mg/l, of coarse mineral soils by 42 mg/l and of organic soils by 34 mg/l; it raised the magnesium content of clay soils by 2.6 mg/l, of coarse mineral soils by 4.3 mg/l and of organic soils by 4.7 mg/l.

Increasing the calcium content of soil by 100 mg/l takes 2.1 tn/ha of calcite lime, 3.6 tn/ha of dolomite lime and 4.8 tn/ha of slag lime. Increasing the magnesium content of soil correspondingly takes 12.8 tn/ha of dolomite lime; it is useless to attempt to raise the magnesium content with other lime types. Calcite lime even has a tendency to reduce the content of exchangeable magnesium in soil.

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
1 Johdanto	6
2 Aineisto ja menetelmät	6
2.1 Tutkimuksessa käytetyt koeaineistot	6
2.2 Tulosten käsittely	7
3 Tulokset ja niiden tarkastelu	7
3.1 Kalkin liukoisuuden merkitys	7
3.1.1 Karkeusaste	7
3.1.2 Lähtö-pH	9
3.2 Kalkkilajin merkitys	10
3.3 Maalajin merkitys	11
3.4 Viljavuusluokan merkitys	13
3.4.1 Alkupitoisuus eli maan ravinnetila ennen kalkitusta	13
3.4.2 Lähtötilanteen vaikutus maan Ca/Mg -suhteeseen	13
3.5 Maan Ca- ja Mg- pitoisuuden nostaminen kalkituksen avulla seuraavaan viljavuusluokkaan	16
4 Yhteenveto	16
Kirjallisuus	19
Liite	

Vuorinen (1986) kokosi kalkituskoekiden tuloksia Kainuun tutkimusasemalta. Maalajina oli saraturve. Julkaisusta poimittiin vain yksi koe, joka käsitteli kalkkikivijauheen ja dolomiittikalkin karkeusastetta. Koe oli 4-vuotinen ja koekasvina oli ohra. Tarkasteluun otettiin mukaan vain hienomman karkeusasteen tulokset.

Känkänen et al. (1989) tutkivat levitysjanokohdan vaikutusta kalkin tehoon. Kolmesta koesarjasta oli poimittavissa maan viljavuuslukuja tätä tutkimusta varten. Koealueet olivat Etelä-Pohjanmaalla (hieno hiehta), Kainuussa (saraturve) ja Karjalassa (saraturve). Kalkitusaineena oli dolomiittikalkki ja koekasveina nurmi, ohra ja ruis. Ohrakoikeista valittiin talvikalkituksen ja nurmelta sekä rukiilta syyslevityksen tulokset, koska tutkijat päätyivät suosittamaan näitä aikoja.

Puurunen (1989) julkaisi tuhkakokeen, jossa oli mukana myös kalkkikivijauhe. Viljelykasvina oli 2-vuotinen nurmi ja lannoituksessa oli kaksi tasoa, joista tähän tutkimukseen on otettu keskiarvot.

Kemppainen et al. (1993) julkaisivat kahden koesarjan tulokset: kalkitustarvekokeen ja kalkkimääräkokeen. Kalkitustarvekokeet sisälsivät 28 kaksivuotista koetta eri puolilla Suomea erilaisilla maalajeilla. Kalkitusaineina kalkkikivijauhe ja dolomiittikalkki sekä koekasvina ohra. Kalkkimääräkokeet puolestaan käsittivät 16 eri koetta. Kalkitusaineet olivat samat, mutta koekasvina oli eräissä kokeissa ohran lisäksi myös apila-timoteinurmea.

Tähän tutkimukseen on poimittu Saarelalta kalsiittikalkin käyttöön liittyviä tuloksia kolmesta kokeesta. Ensimmäinen on fosforilannoituksen porraskoe, jossa oli kalkitus mukana (Saarela & Elonen 1982). Toisessa kokeessa vertailtiin erilaisia tuhkia ja kalsiittikalkkia (Saarela 1991, 1994). Kolmannessa kokeessa verrattiin kahta maalajia (savi, hiehta) kalsiittikalkkia käytettäessä (Saarela 1988).

2.2 Tulosten käsittely

Aineisto on tarkasteluissa jaettu maalaji- ja viljavuusluokkiin Viljavuuspalvelu Oy:n (Viljavuuspalvelu 1993) suositusten mukaan ja havainnoista on laskettu keskiarvoja erilaisten ryhmittelyjen mukaisesti. Kalsiittikalkkeissa on mukana ainoastaan 'puhdas' kalkkikivijauhe. Dolomiittikalkit 1 ja 2 on yhdistetty samaan ryhmään, koska lähdeaineistosta ei aina selvinnyt kummasta kalkista oli kysymys. Joissakin tapauksissa on tosin tarkasteltu molempia kalkkeja erikseen vertailun vuoksi. Samoin kuonakalkit terässlalon kuona ja masuunkuona on yhdistetty samaan ryhmään aineiston pienuuden vuoksi. Myös näitä kalkkeja on tietyissä tapauksissa tarkasteltu erikseen.

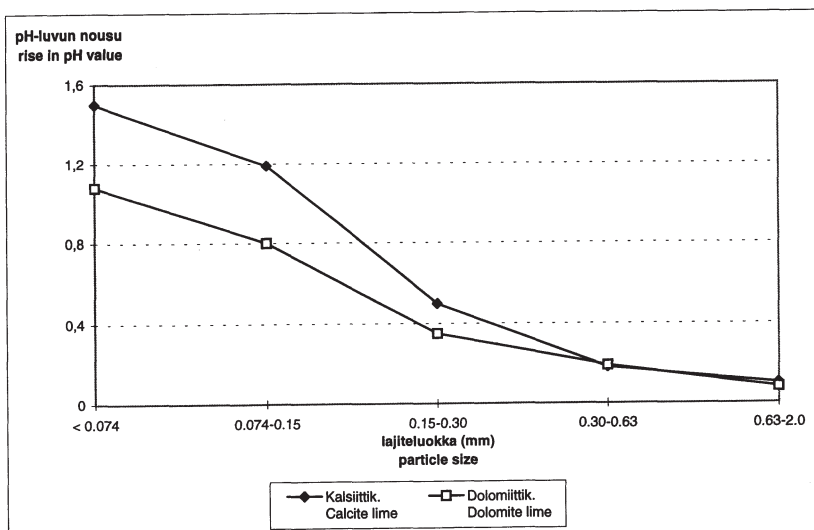
Aineistolle ei tehty tilastollista analyysää sen suuren hajanaisuuden vuoksi. Tulosten luotettavuutta tarkasteltiin havaintojen lukumäärän ja hajonnan avulla.

3 Tulokset ja niiden tarkastelu

3.1 Kalkin liukoisuuden merkitys

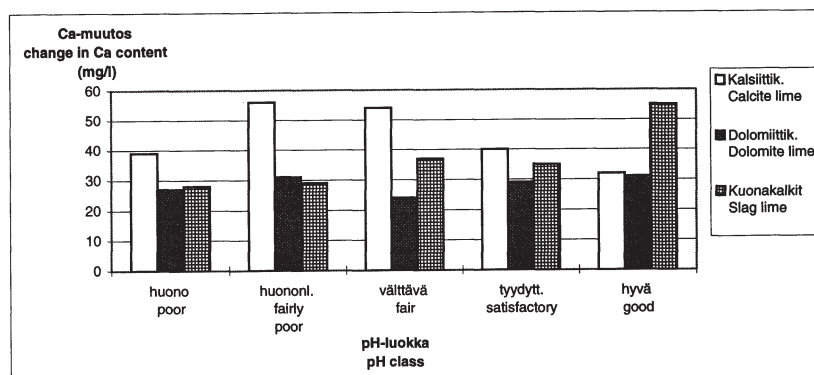
3.1.1 Karkeusaste

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan vain lyhyesti kalkin karkeusasteen vaikutusta, koska kalkitusaineille on nykyään määrätty tietyt hienousastevaatimukset. Niiden mukaan vähintään 98 % kalkitusaineesta täytyy läpäistä seula, jonka aukon sivu on 2,0 mm ja vähintään 50 % täytyy läpäistä 0,15 mm seula (Heinänen 1991). Nämä vaatimukset ovat samat kaikille kalkitusaineille. Jaakkolan & Jokisen (1980) kokeet osoittivat kalkin vaikutusnopeuden riippuvuuden hienousas-



Kuva 1. Lajitekärkeuden vaikutus kalkitusaineen neutralointikykyyn (Jaakkola & Jokinen 1980).

Fig. 1. The effect of particle size distribution on the neutralization ability of lime (Jaakkola & Jokinen 1980).



Kuva 2. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan kalsiumpitoisuuteen (mg/l) eri kalkitusaineilla. Viljavuusluokkajaottelu maan alkupH:n mukaan (Liite 1).

Fig. 2. The change in the calcium content of soil (mg/l) achieved by different lime types. The classification is according to the original pH value (App.1).

teesta (Kuva 1). He havaitsivat, että kalkin karkeampi lajite (yli 0,15 mm) vaikuttaa maassa selvästi hitaammin. Täysin tehoton se ei kuitenkaan ole. Onkin esitetty, että karkeampia kalkkilaatuja voisi käyttää ylläpitokalkitukseen. Karkeammasta kalkitusaineesta myös magnesiumin ja kalsiumin liukeneminen on hitaampaa.

Jaakkolan (1979) tutkimuksen mukaan hienontaminen selvästi parantaa ja nopeuttaa kuonakalkkien vaikutusta. Masuunikuonan magnesiumvaikutus voi tällöin ylittää jopa dolomiittikalkin tasolle. Meillä kuonakalkit myydään jauhamattomina.

Taulukko 1. Kalkkitonnin (1tn/ha) aiheuttama muutos maan vaihtuvan kalsiumin pitoisuuteen (mg/l). (SA=savimaat, KK=karkeat kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkki.) Luokitus pH:n mukaan (Liite 1).

Table 1. The effect of 1 tn of lime on the exchangeable calcium content of soil (mg/l). (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime.) Classification according to pH value (App. 1).

Maalaji, kalkitus/pH <i>Soil type, liming/pH</i>	Huono <i>Poor</i>	Huononl. <i>Fairly poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydytt. <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>	ka <i>mean</i>
SA, C		32	47	50	39	42
SA, D	40	28	20	23		28
SA, K		14	24			19
SA, ka, <i>mean</i>	40	25	30	37	39	30
KK, C	67	92	61	33	24	55
KK, D	27	41	25	44	27	33
KK, K	33	24	37		55	37
KK, ka, <i>mean</i>	42	52	41	39	35	42
EL, C	10	64	59			44
EL, D	21	27	28	15		23
EL, K	22	41		35		34
EL, ka, <i>mean</i>	18	44	41	25		34

3.1.2 Lähtö-pH

Tässä tarkastelussa havainnot on luokiteltu pH:n mukaisesti viljavuusluokkiin maalajeittain. Kuvasta 2 nähdään, että kalsiittikalkin teho maan kalsiumpitoisuuden nostajana laskee maan lähtö-pH:n noustessa. Poikkeuksen muodostaa luokka 'huono', joka on samalla tasolla kuin luokka 'tydyttävä'. Luokan 'huono' tulos perustuu kuitenkin vain kahteen havaintoon, joten luotettavuus on heikko. Muissa luokissa havaintoja on 5–16. Dolomiittikalkin liukoisuuteen ei lähtö-pH:lla näytä olevan suurta merkitystä. Myöskään kuonakalkilla ei lähtö-pH:n taso näytä vaikuttavan. Kuonakalkin pH-luokkien 'tydyttävä' ja 'hyvä' tulokset perustuvat vain yhteen havaintoon/luokkaan, joten näiden luokkien tulosta ei voida yleistää.

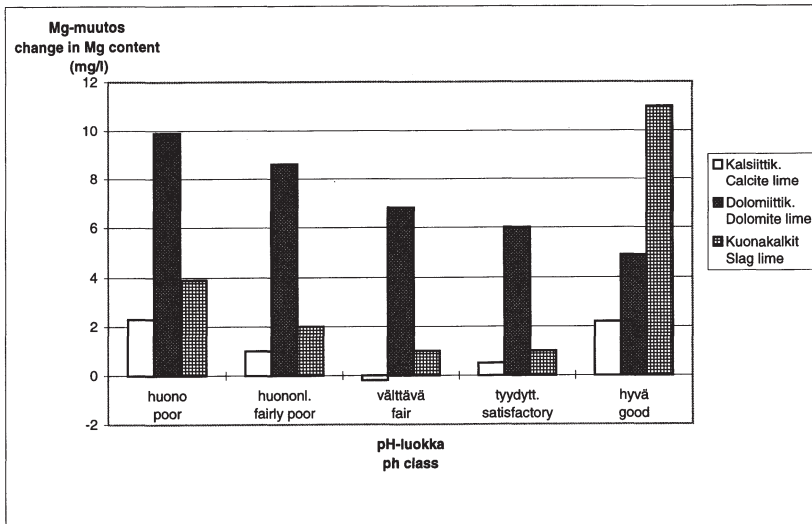
Taulukon 1 luvuista on nähtävissä, ettei lähtö-pH:lla näytä olevan mitään systemaattista vaikutusta maan kalsiumpitoisuuteen eri maalajeilla, vaikka havaintoja on kaikilla maalajeilla 4–20.

Selitys kalsiittikalkin tehon heikkenemiseen lienee siinä, että pH vaikuttaa voimakkaammin sen liukenemiseen kuin esimerkiksi dolomiittikalkin, koska kalsiittikalkki on

helppoliukoisempaa. Jokisen (1991) mukaan dolomiittikalkin liukoisuus heikkenee maan pH:n noustessa yli 6,5:n. Tässä tutkimuksessa maan lähtö-pH ei ylittänyt 6,5:tä, joten dolomiittikalkin tehon heikkeneminen ei voi näkyä näissä tuloksissa.

Magnesiumpitoisuuden kohdalla (Kuva 3) dolomiittikalkin teho laskee maan lähtö-pH:n noustessa. Tulokset lienevät suhteellisen luotettavia, sillä havaintoja on 5–19/pH-luokkaan. Kalsiittikalkin vaikutus heikkenee luokkaan 'välttävä' asti ja alkaa sen jälkeen taas kohota. Kuonakalkin tehoon ei maan lähtö-pH:lla ole vaikutusta. Näissäkin tuloksissa on kahdessa viimeisessä luokassa vain yksi havainto/pH-luokkaan.

Luokassa 'huono' dolomiittikalkin teho oli 27 % maksimituesta, kun taas luokassa 'hyvä' se oli 14 %, joten lasku oli 13 %-yksikköä 1,2 pH-yksikön nousua kohden. Jokisen (1991) mukaan kalsiittikalkilla kalkittaessa maan pH:n ollessa yli 6,5 maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuus laskee. Neutraaleissa olosuhteissa osa helppoliukoisesta magnesiumista muuttuu vaikealiukoiseen muotoon muodostaessaan alumiinin kanssa vaikealiukoisia yhdisteitä. Tässä tutkimuksessa tämä piste saavutettiin jo luo-



Kuva 3. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan magnesiumipitoisuuteen (mg/l) eri kalkitusaineilla. Viljavuusluokkajaottelu maan alku-pH:n mukaan (Liite 1).

Fig. 3. The change in the magnesium content of soil (mg/l) achieved by different lime types. The classification is according to the original pH value (App.1).

kassa 'välttävä', minkä jälkeen kalsiittikalkin teho taas parani. Tuloksissa ei maan pH ollut yli 6,5:n.

On esitetty, että pH:n noustessa maata kalkittaessa magnesiumin huuhtoutuminen lisääntyy ja kalsiumin huuhtoutuminen puolestaan vähenee (Kaila 1974, Jokinen 1982). Tällöin kalkin teho maan magnesiumipitoisuuden kohottajana pitäisi laskea maan pH:n noustessa. Minkään maalajin kohdalla ei maan lähtö-pH:lla ole systemaattista vaikutusta maan magnesiumipitoisuuden muutoksiin (Taulukko 2). Savimailla oli kalsiittikalkilla negatiivista vaikutusta pH-luokassa 'välttävä'. Eloperäisillä ja kivennäismailla vaikutus oli positiivinen kaikissa pH-luokissa.

3.2 Kalkkilajin merkitys

Kalkkilajien erilainen vaikutus maan vaihtuviin kalsium- ja magnesiumipitoisuuksiin tulee hyvin esille kuvissa 2 ja 3. Kalsiumin pitoisuuden muutoksia esittävässä kuvassa 2 ovat kalsiittikalkin pylvää dolomiittikalkin ja kuonakalkin yläpuolella paitsi luokassa 'hyvä', jonka tulos perustuu kuonakalkin osalta

vain yhteen havaintoon. Kuvan perusteella kalsiittikalkilla on voimakkain maan kalsiumipitoisuutta nostava vaikutus. Kuonakalkin taso sijaitsee pääasiassa dolomiittikalkin kanssa samalla tasolla. Dolomiitti onkin mineraalina kovempaa kuin kalsiitti, koska se sisältää vaikeasti liukenevaa magnesiumkarbonaattia. Tällöin sen liukeneminen ja kalsiumin vapautuminen on hitaampaa (Jaakkola 1985). Kuonakalkkeissa puolestaan vaikuttavana osana on silikaatti, joka on tehottomampaa kuin karbonaatti.

Taulukosta 1 laskettujen lukujen perusteella 1 tn/ha kalsiittikalkkia kohottaa maan kalsiumipitoisuutta keskimäärin 47 mg/l, sama määrä dolomiittikalkkia 28 mg/l ja kuonakalkkeja 30 mg/l. Tämä tulos onkin yhteneväinen Hakkolan (1982) esittämän tuloksen kanssa. Hakkolan tutkimuksessa kuonakalkit, etenkin terässulaton kuona, nostivat maan kalsiumlukuja enemmän kuin dolomiittikalkki. Kun lasketaan kalsiittikalkin sisältävän keskimäärin 1/3 kalsiumia, olisi sen maksimiteho muokkauskerrokseen 144 mg/l tonnin kalkituksella. Tällöin sen teho maan kalsiumipitoisuuden kohottajana olisi 33 %. Dolomiittikalkki puolestaan sisältää

Taulukko 2. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuuteen (mg/l). (SA=savimaat, KK=karkeat kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkit). Luokitus pH:n mukaan (Liite 1).

Table 2. The effect of 1 tn of lime on the exchangeable magnesium content of soil (mg/l). (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime.) Classification after pH-value (App. 1).

Maalaji, kalkitus/pH Soil type, liming/pH	Huono Poor	Huononl. Fairly poor	Välttävä Fair	Tyydytt. Satisfactory	Hyvä Good	ka mean
SA, C		0,1	-1,7	1,0	2,2	0,4
SA, D	8,2	8,9	4,2	7,6		7,2
SA, K		0,3	0,0			0,2
SA, ka, mean	8,2	3,1	0,8	4,3	2,2	2,6
KK, C	0,0		0,6	0,1	2,6	0,8
KK, D	9,1	9,8	7,5	3,8	4,9	7,0
KK, K		2,3	4,0		11,0	5,2
KK, ka, mean	4,2	6,1	4,0	2,0	6,2	4,3
EL, C	4,5	1,8	2,9			3,1
EL, D	13,1	7,8	7,8	7,5		9,1
EL, K	3,8	3,3	-1,0	1,0		1,8
EL, ka, mean	7,1	4,3	3,2	4,3		4,7

kalsiumia noin 20 %, jolloin sen teho olisi 32 %. Kuonakalkeista terässulaton kuona sisältää kalsiumia noin 35 % ja masuuni-kuona 25 %. Tällöin, jos kuonakalkit erotellaan tulee terässulaton kuonan tehoksi 20 % ja masuunikuonan 28 % maksimitehostaan. Jos kuonakalkkien keskimääräiseksi magnesiumipitoisuudeksi otetaan 30 %, olisi kuonakalkkien keskimääräinen teho 23 %.

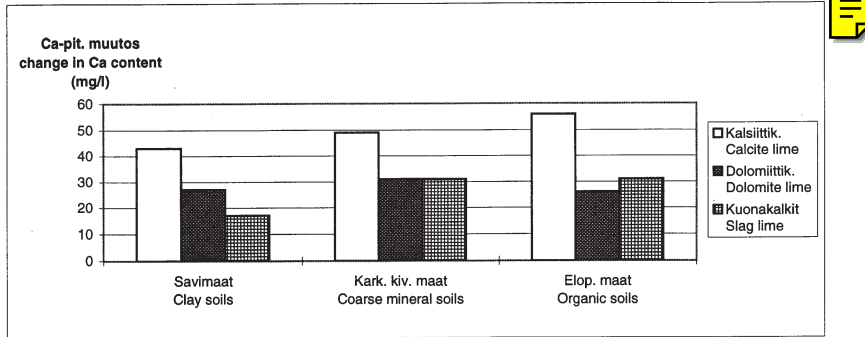
Maan magnesiumipitoisuutta kohottaa erityisesti dolomiittikalkki (Kuva 3). Kuonakalkin pylväät ovat myös pääpiirteissään kalsiittikalkin yläpuolella. Tämä johtunee osittain siitä, että masuunikuona, joka sisältää enemmän magnesiumia kuin muut kuonat, on kuonakalkkien luvuissa mukana. Tutkimukset osoittavat myös, että kalsiittikalkilla on taipumusta jopa laskea maan vaihtuvan magnesiumin määrää. Taulukon 2 luvuista laskettuna 1 tn kalsiittikalkkia/ha kohottaa maan magnesiumipitoisuutta 1,0 mg/l, sama määrä dolomiittikalkkia 7,8 mg/l ja kuonakalkkeja 2,4 mg/l. Dolomiittikalkilla tämä on 21 % maksimitehosta, joka on 37 mg/l 8,5 % magnesiumipitoisuudella. Jos erotellaan dolomiittikalkki 1 ja 2 toi-

sistaan, tulee molempien tehoksi 23 % maksimitehosta.

3.3 Maalajin merkitys

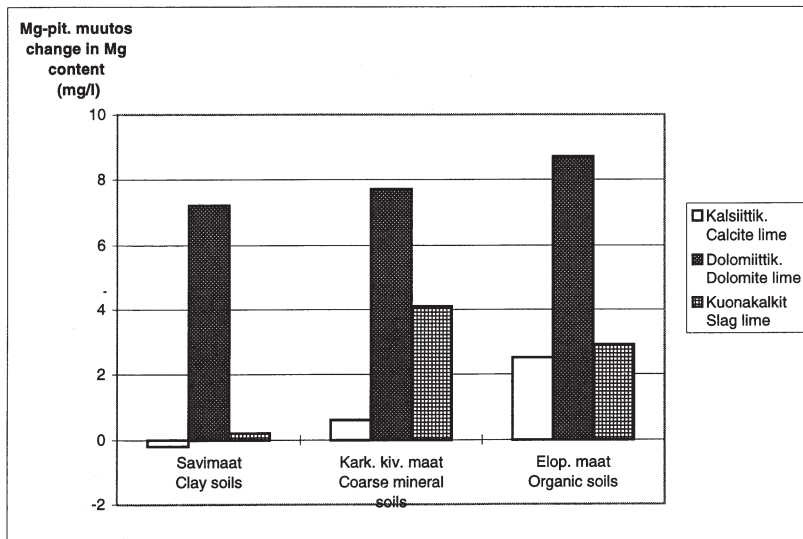
Kalsiittikalkilla kalkittaessa eloperäisten maiden kalsiumpitoisuus nousee eniten (Kuva 4). Savimaiden kalsiumpitoisuuden kohottaminen puolestaan on vaikeinta. Dolomiittikalkkia käytettäessä nousee karkeiden kivennäismaiden kalsiumpitoisuus kaikkein eniten, eloperäisten maiden vähiten. Erot tosin ovat hyvin pienet. Kuonakalkeilla järjestys on vastaava kuin kalsiittikalkeilla. Taulukosta 1 laskettujen keskiarvojen perusteella savimailla yhden tonnin kalkitus/ha aiheuttaa 30 mg/l nousun, karkeilla kivennäismailla 42 mg/l nousun ja eloperäisillä mailla 34 mg/l nousun. Näissä luvuissa siis eri kalkkilajeja ei ole eritelty.

Savi- ja karkeiden kivennäismaiden magnesiumipitoisuutta on lähes mahdotonta kohottaa kalsiittikalkin avulla (Kuva 5). Eloperäisillä mailla vaikutus on ollut voimakkaampi. Myös dolomiittikalkkia käytettäessä eloperäisten maiden magnesiumipitoisuus



Kuva 4. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan kalsiumpitoisuuteen (mg/l) eri maalajiryhmissä eri kalkitusaineilla.

Fig. 4. The change in the calcium content of soil (mg/l) achieved by 1 tn of lime in different soils and with different lime types.

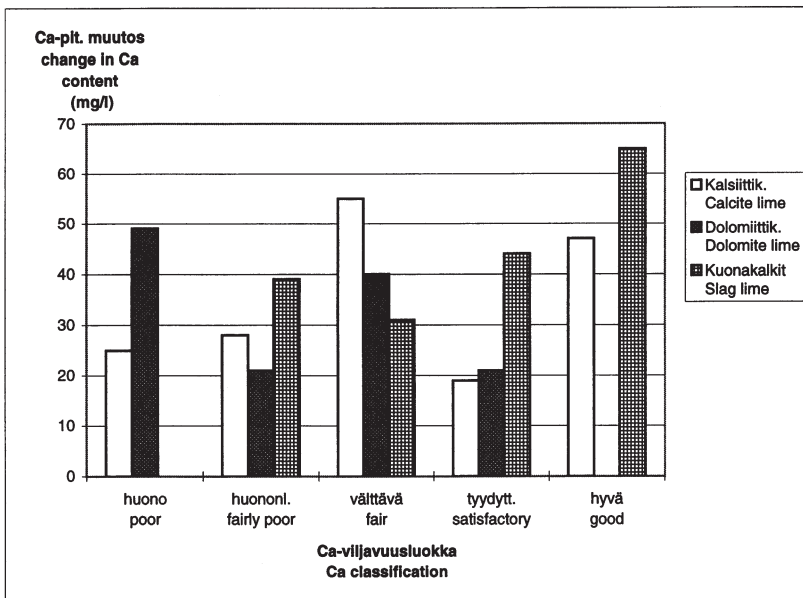


Kuva 5. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan magnesiumipitoisuuteen (mg/l) eri maalajiryhmissä eri kalkitusaineilla.

Fig. 5. The change in the magnesium content of soil (mg/l) achieved by 1 tn of lime in different soil and with different lime types.

kohoaa eniten, karkeiden kivennäismaiden toiseksi eniten ja savimaiden vähiten. Erot tosin ovat hyvin pienet. Kuonakalkeilla järjestys on sama kuin kalsiumpitoisuutta tarkasteltaessa. Taulukosta 2 laskettujen kaikkien kalkitusaineiden keskiarvona saadaan savimaille yhden tonnin kalkituksella/ha 2,6 mg/l nousu magnesiumipitoisuudessa. Karkeilla kivennäismailla vastaava nousu on 4,3

mg/l ja eloperäisillä mailla 4,7 mg/l. Tämä tulos on samansuuntainen Jokisen (1991) esittämän tuloksen kanssa, jonka mukaan dolomiittikalkki kohotti maan magnesiumipitoisuutta järjestyksessä: saraturve – karkea hietä – liejusavi. Jaakkolan (1988) mukaan kuonakalkit liukenevat parhaiten happamilla eloperäisillä mailla.



Kuva 6. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan kalsiumpitoisuuteen (mg/l) eri maalajeilla. Viljavuusluokkajaottelu maan alku-kalsiumpitoisuuden mukaan (Liite 1).
Fig. 6. The effect of 1 tn of lime on the change in the calcium content (mg/l) of different soil types. The classification is according to the original calcium content (App.1).

3.4 Viljavuusluokan merkitys

3.4.1 Alkuperäisyys eli maan ravinnetila ennen kalkitusta

Maan kalsium- ja magnesiumipitoisuuden muutokseen vaikuttaa näiden ravinteiden pitoisuus maassa ennen kalkitusta eli ravinteen ns. alkuperäisyys maassa.

Kuvasta 6 nähdään, ettei maan kalsiumin alkuperäisyydellä ole mainittavaa suoraviivaista vaikutusta maan kalsiumpitoisuuden kohottamisessa. Ainoastaan eloperäisillä mailla maan kalsiumpitoisuuden kohottaminen kalkituksella helpottuu maan alkuperäisyyden kasvaessa, kun alkuperäisyys on enemmän kuin 1000 mg/l eli luokasta välttävä ylöspäin.

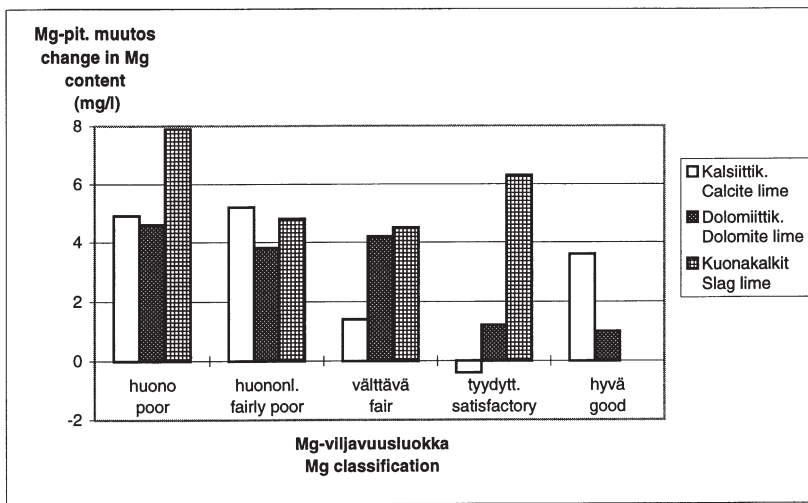
Magnesiumin alkuperäisyydellä maassa (Kuva 7) näyttäisi olevan hiukan enemmän vaikutusta. Savimailla maan magnesiumipitoisuuden kohottaminen vaikeutuu aina

luokkaan 'hyvä' saakka, kun eloperäisillä mailla sama ilmiö on havaittavissa viljavuusluokkaan 'tyydyttävä' saakka. Karkeilla kivennäismailla tilanne muuttuu vasta luokasta 'välttävä' ylöspäin.

Teorian mukaan maan alkuperäisyyden ollessa korkea maan kalsium- ja magnesiumipitoisuuksien nostaminen pitäisi vaikeutua, koska vaihtopaikat maahiukkasten pinoilla ovat täydempiä. Kalkitus puolestaan lisää maan efektiivistä kationinvaihtokapasiteettia (Kaila 1971), eli vaihtopaikkoja tulee lisää.

3.4.2 Lähtötilanteen vaikutus maan Ca/Mg -suhteeseen

Kuvasta 8 nähdään maan alkuperäisen Ca/Mg -suhteen vaikutus saman suhteen muutokseen eri kalkitusaineilla. Suhteen nostaminen kalkitsemalla on sitä vaikeampaa mitä suurempi kyseinen suhde maassa alun-



Kuva 7. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan magnesiumipitoisuuteen (mg/l) eri maalajeilla. Viljavuusluokkajaottelu maan alku-magnesiumipitoisuuden mukaan (Liite 1).

Fig. 7. The effect of 1 tn of lime on the change in magnesium content (mg/l) in different soil types. The classification is according to the original magnesium content (App.1).

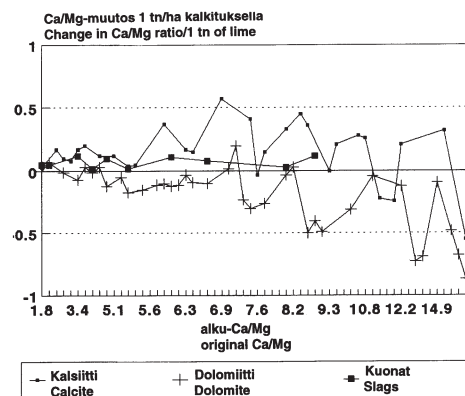
perin on. Erityisesti dolomiittikalkilla suhdetta on lähes mahdoton kasvattaa. Kuonakalkeilla ei lähtötilanteella näytä olevan merkitystä, mutta niiden vaikutus Ca/Mg-suhteeseen näyttäisi kuitenkin näissä tapauksissa olevan aina positiivinen eli ne nostavat enemmän maan kalsium- kuin magnesiumipitoisuutta. Hajonnan suuruus kasvaa suhdeluvun kasvaessa.

Eri maalajiryhmät reagoivat kaikki samaan tapaan alkutilanteen muutokseen (Kuva 9). Myös maalajiluokitukseen perustuvassa aineistossa havaintojen hajonta kasvaa alkuperäisen suhdeluvun kasvaessa. Kun suhdeluku lähtötilanteessa on välillä 8–13, savimaiden Ca/Mg-suhde kasvaa kalkituksella, kun taas eloperäisillä mailla suhde pienenee. Kun alkusuhde on yli 13, eloperäisten maiden suhdeluku kasvaa, ja savi- ja karkeiden kivennäsmaiden laskee. Tämä ei kuitenkaan näy kuvassa 10, jonka aineistossa on eritelty kalsiitti- ja dolomiittikalkin vaikutus. Sen perusteella suhde laskee kaikilla maalajeilla alkuperäisen suhteen kasvaessa. Ainoastaan savimaita kalsiittikalkilla kalkittaessa suhde nousee alkuperäisen suhteen kasvaessa. Karkeilla ki-

vennäismaillahavaitaanmyöshienoistanou-
sua, kun alkuperäinen suhde on alle 8.

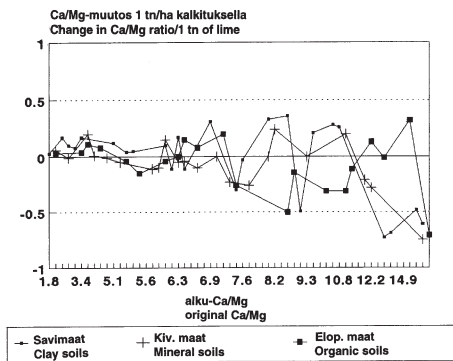
Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty tarkempia lukuarvoja, kuinka maan kalsium- ja magnesiumlähtöpitoisuus lähtötilanteessa vaikuttaa maan Ca/Mg-suhteen muutokseen.

Pietilän & Jokisen (1988) mukaan hyvässä kasvukunnossa olevasta maaperästä pitäisi emäskationeita löytyä siten, että kal-

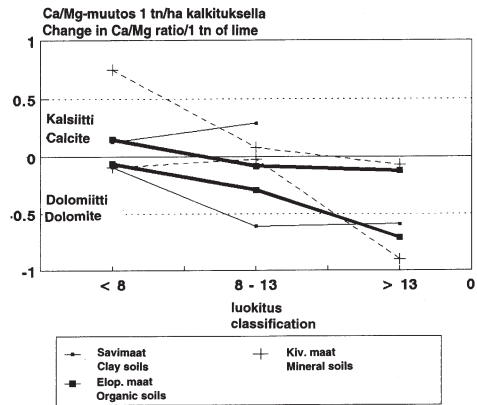


Kuva 8. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan Ca/Mg-suhteeseen eri kalkitusaineilla maan alkuperäisen Ca/Mg-suhteen funktiona.

Fig. 8. The effect of 1 tn of lime on the Ca/Mg ratio for different lime types as a function of the original Ca/Mg ratio.



Kuva 9. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan Ca/Mg -suhteeseen eri maalajeilla maan alkuperäisen Ca/Mg-suhteen funktiona.
Fig. 9. The effect of 1 tn of lime on the Ca/Mg ratio for different soil types as a function of the original Ca/Mg ratio.



Kuva 10. Kalkkitonnin (1 tn/ha) aiheuttama muutos maan Ca/Mg -suhteeseen eri maalajeilla ja kalkitusaineilla maan alkuperäisen Ca/Mg-suhteen funktiona.
Fig. 10. The effect of 1 tn of lime on Ca/Mg ratio for different soil and lime types as a function of the original Ca/Mg ratio.

Taulukko 3. Maan alkuperäisen kalsiumviljavuusluokan vaikutus kalkituksen aiheuttamaan Ca/Mg -suhteen muutokseen kalkkitonnia (1 tn/ha) kohti. (SA=savimaat, KK=kark. kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkki, luokitus liitteessä 1).

Table 3. The effect of the original classification of the calcium content of soil on the Ca/Mg ratio by liming with 1 tonne of lime. (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime, classification in App.1).

Ca-viljavuusluokka/ maalaji ja kalkki Ca content classification/ soil type and lime	SA, C	SA, D	SA, K	KK, C	KK, D	KK, K	EL, C	EL, D	EL, K
Huono, Poor	0,19	-0,40		1,68	-0,05	0,46			
Huononl., Fairly poor	0,21	-0,29	0,12	0,45	-0,22	0,1	0,48	-0,10	0,04
Välttävä, Fair	0,1			0,30	-0,07	0,03	-0,18	-0,23	0,06
Tyydytt., Satisfactory	0,28	0,05			-0,34	0,02	0,27	-0,30	
Hyvä, Good	0,15						-0,09		

siumia on n. 60–80 %, magnesiumia enintään 15 % ja loppu on kaliumia ja natriumia.

Savimaat sisältävät paljon magnesiumia ja Ca/Mg -suhde on 2–4 välillä. Hietamaat puolestaan sisältävät niukasti magnesiumia, jolloin Ca/Mg -suhde pyrkii 10 yläpuolelle. Suositeltavin Ca/Mg -suhde on yleensä välillä 8–13.

Viljavuussuosittelujen (Viljavuuspalvelu 1993) ja Korkmanin (1991) mukaan kalki-

tusaineena pitäisi käyttää kalsiittikalkkia, jos maan Ca/Mg -suhde on alle kahdeksan ja dolomiittikalkkia, jos suhde on yli kolmeitoista. Tämä siitä syystä, että dolomiittikalkki kohottaa maan magnesumpitoisuutta, jolloin Ca/Mg -suhde laskee. Väliin jäävällä alueella lähinnä kasvilajin ravinnevaatimukset määräävät kalkkilajin.

Taulukko 4. Maan alkuperäisen magnesiumviljavuusluokan vaikutus kalkituksen aiheuttamaan Ca/Mg -suhteen muutokseen kalkitonnia (1 tn/ha) kohti. (SA=savimaat, KK=kark. kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkki, luokitus liitteessä 1).

Table 4. The effect of the original classification of the magnesium content of soil on the Ca/Mg ratio achieved with liming with 1 tn of lime. (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime, classification in App.1).

Ca/Mg-viljavuusluokka maalaji ja kalkki Ca/Mg content classification/ soil type and lime	SA, C	SA, D	SA, K	KK, C	KK, D	KK, K	EL, C	EL, D	EL, K
Huono, <i>Poor</i>	0,26	-0,55		1,68	-0,13	0,06			
Huononl., <i>Fairly poor</i>	0,22	-0,15		0,34	-0,31	0,19	-0,55	-0,87	
Välttävä, <i>Fair</i>	0,36	0,02	0,12	0,15	-0,02	0,03		-0,54	0,12
Tyydytt., <i>Satisfactory</i>	0,24	0,05		0,21	-0,03	0,1	0,14	-0,04	0,02
Hyvä, <i>Good</i>	0,08			0,29	-0,05		-0,01	-0,06	0,06

3.5 Maan Ca- ja Mg- pitoisuuden nostaminen kalkituksen avulla seuraavaan viljavuusluokkaan

Taulukoihin 5 ja 6 on laskettu eri maalajeille niiden kalkitustarve eri kalkitusaineita käytäten, kun halutaan nostaa maan kalsiumin ja magnesiumin viljavuuslukuja 100 mg/l. Luvut on saatu laskemalla keskiarvot koko aineistosta sen jälkeen, kun se on luokiteltu maalajin ja kalkitusaineen mukaan. Taulukoissa 7 ja 8 puolestaan on laskettu taulukoiden 5 ja 6 osoittamilla arvoilla kalkkimäärät, jotka tarvittaisiin korottamaan maan viljavuuslukuja yhden kokonaisen viljavuusluokan verran. Suluissa on aineistosta poimitut havaitut arvot. Kalsiumin osalta laskennalliset koko aineiston keskiarvot näyttävät noudattavan suhteellisen hyvin havaittuja lukuja. Magnesiumlukuissa aiheuttaa suurta häiriötä kalsiittikalkin negatiivinen vaikutus maan magnesiumlukuun. Tästä syystä vain dolomiittikalkin lukuja voidaan pitää käyttökelpoisina.

Taulukoista 5 ja 6 havaitaan, että dolomiittikalkin vaikutus maan kalsium- ja magnesiumlukuun on lähes sama kaikilla maalajeilla. Sen sijaan kalsiitti- ja kuonakalkkeja käytettäessä maalajilla on merkitystä.

4 Yhteenveto

Aikaisempien tutkimusten perusteella kalktien tehoon maan kalsium- ja magnesiumpitoisuuden muuttajina olisi mahdollista vaikuttaa mm. kalkin raekokoa pienentämällä (Jaakkola 1979, Jaakkola & Jokinen 1980) sekä kalkkilajin valinnalla (Hakkola 1982). Myös maalajilla (Jokinen 1991) ja maan alkuperäisellä happamuusasteella (ns. lähtö-pH, Jokinen 1991) on vaikutusta. Tämän kirjallisuustutkimuksen aineisto tukee näitä käsityksiä hyvin.

Tutkimus osoittaa, kuinka eri kalkitusaineilla on mahdollista saada nostetuksi maan kalsium- ja magnesiumpitoisuudet seuraavaan viljavuusluokkaan eri maalajeilla. Aineisto tukee hyvin käsitystä siitä, että kalkin liukoisuuteen vaikuttavilla tekijöillä on suuri merkitys sen tehoon maan kalsium- ja magnesiumtilan muuttajana. Lähtö-pH:n noustessa kalsiittikalkin teho kasvaa maan kalsiumpitoisuuden kohottajana, samoin kasvaa dolomiittikalkin teho maan magnesiumpitoisuuden kohottajana.

Eri kalkkilajien vaikutus tuli aineistossa selvästi esille: dolomiittikalkki kohotti maan magnesiumpitoisuutta (keskimäärin 7,8 mg/l, kun kalkkia käytetään 1 tn/ha) ja kal-

Taulukko 5. Kalkkimäärä (tn/ha), joka tarvitaan nostamaan maan kalsiumpitoisuutta 100 mg/l.

Table 5. The amount of lime (tn/ha) needed to raise the calcium content of soil by 100 mg/l.

Kalkki/maalaji <i>Lime/soil type</i>	Savimaat <i>Clay soils</i>	Kiv. maat <i>Mineral soils</i>	Elop. maat <i>Organic soils</i>	Keskiarvo <i>Mean</i>
C	2,3	2,0	1,8	2,1
D	3,8	3,2	3,9	3,6
K	7,1	2,8	3,3	4,8
Ka, Mean	4,4	2,6	3,0	

Taulukko 6. Kalkkimäärä (tn/ha), joka tarvitaan nostamaan maan magnesiumipitoisuutta 100 mg/l.

Table 6. The amount of lime (tn/ha) needed to raise the magnesium content of soil by 100 mg/l.

Kalkki/maalaji <i>Lime/soil type</i>	Savimaat <i>Clay soils</i>	Kiv. maat <i>Mineral soils</i>	Elop. maat <i>Organic soils</i>	Keskiarvo <i>Mean</i>
C	–	–	39,6	–
D	13,8	13,0	11,2	12,8
K	–	27,0	30,3	29,0
Ka, Mean	13,8	20,0	27,0	

siittikalkki kalsiumpitoisuutta (keskimäärin 47 mg/l kalkkia 1 tn/ha). Kalsiumin tai magnesiumin viljavuusluokilla eli maan alkupitoisuuksilla ei ole merkittävää vaikutusta, joten maan viljavuutta lähtötilanteessa ei yleensä tarvitse huomioida.

Savimaiden kalsium- ja magnesiumtilaa on vaikea kohottaa. Eloperäisten maiden kalsiumpitoisuuden nostaminen on helpointa. Tonnin kalkitusella hehtaaria kohti (kaikkien kalkitusaineiden keskiarvona) savimaiden kalsiumpitoisuus nousi 30 mg/l, karkeiden kivennäismaiden 42 mg/l ja eloperäisten maiden 34 mg/l. Magnesiumpitoisuuksiin kalkkitonnilla/ha oli seuraavanlainen vaikutus: savimailla 2,6 mg/l, karkeilla kivennäismailla 4,3 mg/l ja eloperäisillä maille 4,7 mg/l.

Maan kalsiumpitoisuuden kohottaminen 100 mg/l vaatii kalsiittikalkilla 2,1 tonnin kalkituksen, dolomiittikalkilla 3,6 tonnin kalkituksen ja kuonakalkeilla 4,8 tonnin kalkituksen hehtaaria kohti. Magnesiumin koh-

dalla vastaava luku dolomiittikalkilla on 12,8 tonnia hehtaarille. Muilla kalkitusaineilla ei maan magnesiumlukuja kannata lähteä kohottamaan. Kalsiittikalkilla on jopa taipumusta vähentää maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuutta. Lukujen avulla voi laskea, kuinka paljon mitäkin kalkkia tarvitaan kohottamaan maan kalsium- tai magnesiumluvut seuraavaan viljavuusluokkaan.

Lukuja voidaan kuitenkin pitää vain suuntaa-antavina, sillä havainnot on poimittu monesta eri koesarjasta, joissa on tutkittu eri asioita. Hajontaa aiheuttavia muuttujia ovat mm. erilainen lannoitus, kokeiden kesto-aika, viljelytoimenpiteet jne. Havainnot on kerätty 15 vuoden ajalta, jolloin viljelytekniikkassakin on tapahtunut muutoksia. Kalkituksen vaikutus ravinteisiin riippuu myös mm. maan redox-olosuhteista, ionikompleksien muodostuksesta, humifioitumisprosessin vaiheista ja mikrobiaktiivisuudesta (Wiklander 1960). Maalajeille ei oltu tehty lajiteanalyysijä, joten myöskään savespitoi-

Taulukko 7. Kalkkimäärä (tn/ha), jolla maan vaihtuvan kalsiumin pitoisuus voidaan nostaa seuraavaan viljavuusluokkaan. (SA=savimaat, KK=karkeat kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkit, luokitus liitteessä 1).

Table 7. The amount of lime (tn/ha) needed to raise the calcium content of soil into the next Ca class. (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime, classification in App.1).

Ca-viljavuusluokka /maalaji, kalkki Ca class/ soil type, lime	Huono <i>Poor</i>	Huononl. <i>Fairly poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>	Korkea <i>High</i>
SA, C	12	12	12	14	23	46
SA, D	19	19	19	23	38	71
SA, K	36	36	36	43	71	143
KK, C	8	8	12	12	12	28
KK, D	13	13	19	19	19	45
KK, K	11	11	17	17	17	39
EL, C	7	7	11	18	18	36
EL, D	16	16	23	39	39	78
EL, K	13	13	20	33	33	66

Taulukko 8. Kalkkimäärä (tn/ha), jolla maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuus voidaan nostaa seuraavaan viljavuusluokkaan. (SA=savimaat, KK=karkeat kivennäismaat, EL=eloperäiset maat, C=kalsiittikalkki, D=dolomiittikalkki, K=kuonakalkit, luokitus liitteessä 1).

Table 8. The amount of lime (tn/ha) needed to raise the magnesium content of soil into the next Mg class. (SA=clay soils, KK=coarse mineral soils, EL=organic soils, C=calcite lime, D=dolomite lime, K=slag lime, classification in App.1).

Mg-viljavuusluokka/ maalaji, kalkki Mg class/ soil type, lime	Huono <i>Poor</i>	Huononl. <i>Fairly poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>
SA, C	–	–	–	–	–
SA, D	7	7	7	28	28
SA, K	–	–	–	–	–
KK, C	–	–	–	–	–
KK, D	4	4	5	10	26
KK, K	8	8	11	22	54
EL, C	8	8	11	22	54
EL, D	3	3	5	9	23
EL, K	9	9	12	25	62

suuden ja multavuuden vaikutusta ei voitu ottaa huomioon.

Kalkituksen avulla on mahdollista nostaa maan kalsiumpitoisuutta lähinnä kalsiittikalkilla, koska muilla kalkitusaineilla kerta-annoksen suuruus nousee yli 10 tonnin, jota pidetään suurimpana mahdollisena kerta-annoksena. Magnesiumpitoisuutta kannattaa kohottaa vain dolomiittikalkilla.

Kiitokset

Haluan esittää parhaimmat kiitokseni Kalkitusyhdistykselle, joka rahoitti tutkimuksen. Olen kiitollinen myös MMT Into Saarelalle avusta ja rakentavasta palautteesta.

Kirjallisuus

- Hakkola, H.** 1982. Kuonat kalkitusaineina. Käytännön maamies 1: 42–43.
- 1984. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978–83. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/84. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 42 p.
- Heinänen, E.** 1991. Kalkitusaineiden laatuvaatimukset. Kalkitusopas. Tieto tuottamaan 55: 63–65.
- Jaakkola, A.** 1979. Kalkkikivijauheen, dolomiittikalkin ja masuunikuonan vertailu. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/79. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 18 p.
- 1985. Kalkitusaineissa on valinnanvaraa. Kylvösiemen 5: 9–10.
- 1988. Kuonilla ylimääräistä kasvunlisää. Pellervo 5: 55.
- , **Ettala, E., Hakkola, H., Heikkilä, R. & Vuorinen M.** 1985a. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 11/85. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 53 p.
- , **Hakkola, H., Hiivola, S.-L., Järvi, A., Köylijärvi, J. & Vuorinen, M.** 1985b. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/85. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 44 p.
- & **Jokinen, R.** 1980. Comparison of fine and coarse limestones in pot and field experiments. *Annales Agriculturae Fenniae* 19: 108–124.
- Jokinen, R.** 1978. Dolomiittikalkki magnesiumlannoitteena. Koetoiminta ja käytäntö 8(29.8.1978):32.
- 1982. Effect of liming on the value of magnesium sulphate and two dolomitic limestones as magnesium sources for ryegrass. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*. 54: 77–88.
- 1991. Magnesiumlannoitus kalkitsemalla. Kalkitusopas. Tieto tuottamaan 55: 25–30.
- Kaila, A.** 1971. Effective cation-exchange capacity in Finnish mineral soils. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*. 43: 178–186.
- 1974. Effect of liming on basic exchangeable cations of soil. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*. 46: 167–174.
- Kemppainen, E., Jaakkola, A. & Elonen, P.** 1993. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan sekä nurmen satoon. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 15/1993. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 44p.
- Korkman, J.** 1991. Kalkitustarve ja sen mittaaminen. Kalkitusopas. Tieto tuottamaan 55: 31–33.
- Känkänen H., Hiivola, S.-L. & Heikkilä, R.** 1989. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 16/89. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 39 p.
- Pietilä, A. & Jokinen, R.** 1988. Ensin kuntoon ravinnepitoisuudet. *Pellervo* 5: 52–53.
- Puurunen, T.** 1989. Selvitys Kuopion kaupungin lämpövoimalan turvetuhkan vaikutuksista peltomaiden viljavuuslukuihin ja eräisiin raskasmetallipitoisuuksiin. Kuopion läänin maatalouskeskus. 19 p.
- Saarela, I.** 1988. Kalkitus ja ravinteiden saanti. Hivenet herkkiä pH:lle. Käytännön Maamies 6: 20–23.
- 1991. Wood, bark, peat and coal ashes as liming agents and sources of calcium, magnesium, potassium and phosphorus. *Annales Agriculturae Fenniae* 30: 375–388.
- 1994. Tuhkakalkituskoee. Suullinen tiedonanto. Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fysiikan tutkimusala, Jokioinen.
- & **Elonen, P.** 1982. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977–1981. Maatalouden tutkimuskeskus. Maanviljelyskemian- ja fysiikan laitos. Tiedote nro 16. 55 p.
- Viljavuuspalvelu 1993. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. 70 p.
- Vuorinen, M.** 1986. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977–83. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 23/86. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 22p.
- Wiklander, L. & Koutler-Andersson, E.** 1959. Kalkens markeffekt III. *Grundförbättring* 12: 1–40

Eri viljavuusluokkien raja-arvot pH:lle sekä kalsium- magnesiumpitoisuuksille eri maalajeilla (Viljavuuspalvelu 1993).

The limit values for different classes of pH, calcium content and magnesium content for different soil types (Viljavuuspalvelu 1993).

	Maa <i>Soil</i>	Huononl. <i>Fairly poor</i>	Välttävä <i>Fair</i>	Tyydyttävä <i>Satisfactory</i>	Hyvä <i>Good</i>	Korkea <i>High</i>	Arv. korkea <i>Risky high</i>
pH	SA	-5,1-	5,5-	5,9-	6,3-	6,7-	7,5-
	KK	-4,9-	5,3-	5,7-	6,1-	6,5-	7,2-
	EL	-4,4-	4,8-	5,2-	5,6-	6,0-	6,6-
Ca (mg/l)	SA	-1000-	1500-	2000-	2600-	3600-	5600-
	KK	-400-	800-	1400-	2000-	2600-	4000-
	EL	-600-	1000-	1600-	2600-	3600-	5600-
Mg (mg/l)	SA	-100-	150-	200-	400-	600-	
	KK	-50-	80-	120-	200-	400-	
	EL	-50-	80-	120-	200-	400-	

31600 JOKIOINEN

Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja A 31

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Tammikuu 1998

Tekijä(t)
Arja Nykänen

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike
Kalkituksen vaikutus maan vaihtuvan kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksiin

Tiivistelmä

Tämän kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuinka eri kalkitusaineilla kalkitseminen vaikuttaa maan vaihtuvan kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuteen eri maalajeilla. Aineisto käsittää 12 eri julkaisussa kuvattujen 19 kenttäkoesarjan tulokset. Kokeita on suoritettu eri paikkakunnilla ja eri maalajeilla.

Aineisto tukee hyvin käsitystä siitä, että kalkin liukoisuuteen vaikuttavilla tekijöillä on suuri merkitys sen tehoon maan kalsium- ja magnesiumin tilan muuttajana. Dolomiittikalkki kohotti maan magnesiumipitoisuutta (keskimäärin 7,8 mg/l, kun kalkkia levitettiin 1 tn/ha) ja kalsiittikalkki kalsiumipitoisuutta (keskimäärin 47 mg/l, kalkkia 1 tn/ha). Kuonakalkit sijoittuivat maan magnesiumipitoisuuden kohottajana kalsiittikalkin ja dolomiittikalkin väliin. Kalsiumipitoisuuden kohottajana kuonakalkit olivat dolomiittikalkin luokkaa. Tässä ei ole eritelty terässlutonkuonia masuunikuonista, joiden magnesiumipitoisuus on korkeampi.

Savimaiden kalsium- ja magnesiumin tilaa on vaikea kohottaa. Eloperäisten maiden kalsiumipitoisuuden nostaminen lienee helpointa. Eri kalkitusaineiden keskiarvoja käyttäen nostaa tonnin kalkitus hehtaaria kohti savimaiden kalsiumipitoisuutta 30 mg/l, karkeiden kivennäsmaiden 42 mg/l ja eloperäisten maiden 34 mg/l. Magnesiumipitoisuuksiin kalkkitonnilla oli seuraavanlainen vaikutus: savimailla 2,6 mg/l, karkeilla kivennäismailla 4,3 mg/l ja eloperäisillä mailla 4,7 mg/l.

Maan kalsiumipitoisuuden kohottaminen 100 mg/l kalsiittikalkilla vaatii 2,1 tonnin kalkituksen, dolomiittikalkilla 3,6 tonnin kalkituksen ja kuonakalkeilla 4,8 tonnin kalkituksen hehtaaria kohti. Magnesiumin kohdalla vastaava luku dolomiittikalkilla on 12,8 tonnia hehtaarille. Muilla kalkitusaineilla ei maan magnesiumin lukuja kannata lähteä kohottamaan. Kalsiittikalkilla on jopa taipumusta vähentää maan vaihtuvan magnesiumin pitoisuutta.

Avainsanat
maalaji, kalsiittikalkki, dolomiittikalkki, kuonakalkki, pH

Toimintayksikkö
Ekologinen tuotanto Partala, 51900 Juva

ISSN ISBN
1238-9935 951-729-505-7

Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN
Puh. (03) 4188 7502
Telekopio (03) 4188 339

Sivuja
19 s. + liite

Hinta
40,00 mk + alv

Vammalan Kirjapaino Oy 1998
ISBN 951-729-505-7
7ISSN 1238-9935