

Vaihtuvasta magnesiumista Lounais-Suomen viljelyssä savimaissa

KALEVI VIRRI ja JOUKO SIPPOLA

Maatalouden tutkimuskeskus, Maantutkimuslaitos, 01300 Vantaa 30

Exchangeable magnesium in south-west Finnish cultivated clay soils

KALEVI VIRRI and JOUKO SIPPOLA

Agricultural Research Centre, Institute of Soil Science, 01300 Vantaa 30, Finland

Abstract. Clay soils sampled from south-west Finnish clay area up to the adjoining silty soil area contained in neutral ammonium acetate exchangeable magnesium from 3.2 to 9.0 me/100 g soil. The ratio of the equivalent amounts of calcium to magnesium was in the surface soil 2.2–2.6 and in deeper layers 1.1–1.5. The corresponding ratios of magnesium to potassium were 6–10 and 17–23. For plant husbandry the content of exchangeable magnesium in the studied clay soils appears to be adequate and in relation to other cations plentiful.

Johdanto

Maan vaihtokapasiteettiin vaikuttavat sekä saveksen että eloperäisen aineen määrä ja laatu. Maahan vaihtuviksi pidättyneiden ionien lajit ja määräsuhteet riippuvat mm. alkuperämineraaleista ja rapautumisen kulusta. Suomen maalajeissa ovat magnesiumin lähteinä lähinnä biotiitti, kloriitti ja vermikuliitti (SIPPOLA 1974). Mereen sedimentoituneissa savissa osa pidättyneistä ioneista on peräisin merivedestä. Magnesiumia tulee viljelysmaihin myös lannoitteissa ja kalkitusaineissa ja täten voidaan vaihtuvien kationien määräsuhteisiin vaikuttaa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on vertailla kahden savimaistaan tunnetun alueen viljelysmaiden vaihtuvan magnesiumin määriä sekä niiden suhdetta vaihtuvaan kalsiumiin ja kaliumiin.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineisto, joka on esitetty taulukossa 1, kerättiin maaperäkartoituksen yhteydessä yhteensä 48:sta savimaan profiilista Lohjan ja Vammalan alueilta (VIRRI 1971 ja 1973). Vaihtuvat kationit uutettiin neutraalilla 1 N

Taulukko 1. Lohjan ja Vammalan alueiden näytteiden keskimääräiset saveksen, hienon hiesun ja orgaanisen hiilen pitoisuudet sekä pH-luvut standardipoikkeamiseen.

Table 1. Average contents of clay, finer silt, organic carbon and the pH_{H_2O} of studied soil samples with standard deviations.

Alue Area	Näyteluku Number of samples	Savesta Clay < 2 μ %	Hienoa hiesua Finer silt 2-6 μ %	Org. C %	pH_{H_2O}
Muokkauskerros Plough layer 0-20 cm					
Lohja	27	50 \pm 4	18 \pm 2	3.9 \pm 0.3	5.7 \pm 0.16
Vammala	7	38 \pm 3	28 \pm 5	3.5 \pm 0.4	5.3 \pm 0.13
Jankko Subsurface 20-40 cm					
Lohja	35	52 \pm 5	17 \pm 2	1.3 \pm 0.3	5.9 \pm 0.17
Vammala	11	43 \pm 8	28 \pm 3	0.8 \pm 0.4	5.8 \pm 0.27
Pohjamaa Subsoil 40-60 cm					
Lohja	36	56 \pm 6	17 \pm 2	0.6 \pm 0.1	6.1 \pm 0.17
Vammala	13	48 \pm 6	25 \pm 4	0.5 \pm 0.1	6.0 \pm 0.32

ammoniumasetaatilla (SCHOLLENBERGER ja SIMON 1945). Kalium määritettiin liekkifotometrisesti, kalsium ja magnesium versenaattimenetelmällä. Vaihtuva vety määritettiin BROWNIN (1943) menetelmällä. Kokonaisvaihtokapasiteetti saatiin yhteenlaskemalla ottaen myös vaihtuva natrium huomioon.

Maan pH mitattiin vesilietteestä (1:2.5). Lajitekoostumus analysoitiin seulonnoilla ja pipettimenetelmällä esikäsittelyinä H_2O_2 -, HCl- ja $Na_2P_2O_7$ -käsittelyt. Orgaaninen hiili määritettiin kolorimetrisellä bikromaattimärkäpoltolla. Tuloksia käsiteltiin IBM 1130 tietojenkäsittelykoneella korrelaatio- ja regressio-ohjelmilla olettaen lukuparvien jakautuvan normaalisti.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Vaihtuva magnesiumium

Vaihtuvaa magnesiumiumia on Lohjan seudun näytteissä keskimäärin 4.9-9.0 milliekvivalenttia sadassa grammassa ilmakeivää maata (taulukko 2). Alin keskiarvo saatiin muokkauskerroksesta, korkein pohjamaasta. Korkeimmat yksittäiset tulokset, 15-20 me, olivat aitosaven pohjamaassa. Vammalan seudun näytteissä on vaihtuvaa magnesiumiumia vastaavasti 3.2-7.7 me. Korkeimmat yksittäiset tulokset, 10-12 me, saatiin pohjamaanäytteistä. Alhaisimmat yksittäiset arvot (alle 2 me) saatiin tälläkin alueella muokkauskerroksesta olevista näytteistä. Saadut arvot ovat kuitenkin yleensä korkeampia kuin MÄKITIEN ja VIRPIN (1965) Keravan seudulta olevista näytteistä saamat tulokset. HEINOSIN (1956) analysoimien savinäytteiden keskiarvo ja Lohjan seudun muokkauskerroksen näytteiden keskiarvot vastaavat hyvin toisiaan.

Taulukko 2. N ammoniumasetattiin vaihtuvat Ca, Mg ja K sekä vaihtokapasiteetti. Keskiarvoja standardipoikkeamin.

Table 2. Ca, Mg and K exchangeable in N ammonium acetate, and total exchange capacity. Mean values with standard deviations.

Alue Area	Ca	Mg		K	CEC
		me/100 g	% of CEC		
Kerros Depth	me/100 g	me/100 g	% of CEC	me/100 g	me/100 g
Muokkauskerros					
Plough layer 0—20 cm					
Lohja	13.1±1.7	4.9±1.1	20	0.48±0.06	25±3
Vammala	7.0±0.6	3.2±1.4	15	0.53±0.26	21±2
Jankko					
Subsurface 20—40 cm					
Lohja	11.0±1.6	7.5±1.6	32	0.35±0.05	23±3
Vammala	7.1±1.8	5.4±1.4	30	0.31±0.10	18±3
Pohjamaa					
Subsoil 40—60 cm					
Lohja	11.5±1.6	9.0±1.6	37	0.40±0.07	24±3
Vammala	8.5±0.9	7.7±1.4	35	0.45±0.10	22±2

Maan lajitekoostumus, orgaaninen hiili ja vaihtuva magnesium

Lohjan alueen eri kerrosten keskimääräiset savespitoisuudet vaihtelevat välillä 50—56 % (taulukko 1). Vastaavat keskiarvot Vammalan alueella olivat 38—48 %. Molemmilla alueilla savespitoisuus on korkein pohjamaassa ja alin muokkauskerroksessa. Hienoa hiesua, jonka raekoko on kahdesta kuuteen mikrometriin, on keskimäärin 17—28 %. Savespitoisuuden ja vaihtuvan magnesiumin todettiin olevan positiivisessa korrelaatiossa Lohjan alueen kaikissa kerroksissa. Vammalan alueen näytteissä vain jankkokerroksessa on korrelaatio merkitsevä (taulukko 3).

Hienohiesupitoisuuden ja vaihtuvan magnesiumin välinen korrelaatio on tässä aineistossa yleensä selvästi negatiivinen. Siten saveksen ja vaihtuvan magnesiumin riippuvuus on hyvin ilmeinen, minkä seikan mm. KAILA (1973) on todennut.

Tutkittujen muokkauskerrosnäytteiden orgaanisen hiilen keskimäärät ovat kummallakin tutkitulla alueella hyvin samanlaiset. Osa jankko- ja pohjamaakerrosten näytteistä voidaan luokitella liejuisiksi saviksi, osa liejusaviksi. Käytetyn alue- ja kerrosryhmittelyn puitteissa saatiin vaihtuvan magnesiumin ja humuspitoisuuden välille yleensä negatiivinen korrelaatio (taulukko 3). Tähän vaikuttanee magnesiumionin heikko pidäytyminen humukseen (HEINONEN 1956).

Vaihtuvan magnesiumin suhde muihin vaihtuviin kationeihin

Vaihtuvaa kalsiumia on näytteissä keskimäärin 7.0—13.1 me/100 g (taulukko 2). Lohjan seudun näytteissä pitoisuus on keskimäärin korkeampi kuin

Taulukko 3. Magnesiumin korrelaatio orgaanisen hiilen sekä savi- ja hiesulajitteiden kanssa.
 Table 3. Correlation of exchangeable magnesium with organic carbon and with contents of clay and finer silt.

Alue Area	Org. C	Saves Clay < 2 μ	Hieno hiesu Finer silt 2–6 μ
Kerros Depth			
Muokkauskerros — <i>Plough layer</i> 0–20 cm			
Lohja	0.10	0.70***	–0.42*
Vammala	–0.84**	0.13	0.47
Jankko — <i>Subsurface</i> 20–40 cm			
Lohja	–0.17	0.78***	–0.49**
Vammala	0.08	0.82***	–0.87***
Pohjamaa — <i>Subsoil</i> 40–60 cm			
Lohja	–0.37*	0.75***	–0.47**
Vammala	–0.52*	0.30	–0.49 ^o

Vammalan näytteissä. Kerrosten väliset erot ovat vähäisiä. Kalsiumin ja magnesiumin ekvivalenttimäärien suhde on muokkauskerroksessa keskimäärin 2.2–2.6 ja syvemmällä 1.1–1.5. Suhde on Lohjan seudulla korkeampi kuin Vammalan seudulla.

Kalsiumin ja magnesiumin määrien välinen korrelaatio oli Lohjan seudun näytteissä positiivinen. Vammalan seudun näytteissä vastaava suhde oli merkitsevä vain jankkokerroksessa. Muokkauskerroksessa, johon lannoitus ja maanparannus vaikuttanevat voimakkaimmin, ja jonka lajitekoostumus oli karkein, korrelaatio oli heikoin (taulukko 4).

Taulukko 4. Vaihtuvien kationimäärien (me/100 g) väliset suhteet ja korrelaatiot.
 Table 4. Ratios and correlations between the quantities (me/100 g) of the exchangeable cations.

Alue Area	Ca/Mg		Mg/K	
	Suhde Ratio	Korrelaatio Correlation	Suhde Ratio	Korrelaatio Correlation
Kerros Depth				
Muokkauskerros — <i>Plough layer</i> 0–20 cm				
Lohja	2.6	0.62***	10	–0.11
Vammala	2.2	0.27	6	–0.67 ^o
Jankko — <i>Subsurface</i> 20–40 cm				
Lohja	1.5	0.91***	21	0.52**
Vammala	1.3	0.86***	18	0.66*
Pohjamaa — <i>Subsoil</i> 40–60 cm				
Lohja	1.3	0.80***	23	0.52***
Vammala	1.1	0.20	17	0.34

Vaihtuvaa kaliumia oli näytteissä keskimäärin eri kerroksissa 0.31—0.53 me/100 g. Magnesiumin ja kaliumin ekvivalenttimäärien suhde vaihteli 6—23 ilmaistuna eri kerrosten keskiarvoina. Vaihtuvan magnesiumin ja kaliumin välisellä korrelaatiolla oli muokkauskerroksessa otettujen näytteiden ryhmissä negatiivinen suunta, syvemältä otettujen näytteiden ryhmissä oli korrelaatio sensijaan positiivinen. Muokkauskerroksen näytteiden erilainen magnesiumin ja kaliumin välinen korrelaatio syvempiin näytteisiin verrattuna saattaa johtua kalilannoituksesta ja se viittaa siihen mahdollisuuteen, jonka mm. HAHLIN (1973) on todennut, että kalilannoitus lisää magnesiumin huuhtoutumista.

Emäskyllästysaste

Lohjan näytteiden keskimääräinen emäskyllästysaste on 82—95 %. Vammalan näytteiden vastaavat keskiarvot ovat 59—88 %. Keskimääräinen vaihtokapasiteetti on likimain sama eri kerroksissa (taulukko 2). Alueiden erot ovat suuremmat kuin kerrosten väliset erot. Lohjan näytteiden arvot ovat korkeampia johtuen luultavimmin korkeasta savespitoisuudesta.

Magnesiumin osuus vaihtokapasiteetista eli magnesiumkyllästysaste on Lohjan alueella keskimäärin 20—37 % ja Vammalan alueella 15—35 %, ollen muokkauskerroksessa alhaisin ja pohjamaassa korkein (taulukko 2). Yksittäisten näytteiden emäskyllästysasteet olivat muokkauskerroksessa 11—36 %, jankkerroksessa 7—42 % ja pohjamaassa 12—49 %. Samansuuntaisen tuloksen ovat MÄKITIE ja VIRRI (1965) saaneet tutkiessaan Keravan seudun savia. ERVIÖ ja MÄKITIE (1969) ovat saaneet savimaiden muokkauskerroksen magnesiumkyllästysasteeksi Hyvinkään—Nastolan alueella keskimäärin 15—24 %.

HEINosen (1956) käsityksen mukaan kasvien magnesiumin saannin kannalta ovat magnesiumin määrää ratkaisevasti tärkeämpiä sen osuus vaihtokapasiteetista ja sen suhde muihin kationeihin. Puutetta ilmenee todennäköisesti, kun magnesiumin osuus vaihtokapasiteetista on alle 6 %. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan näyttää vaihtuvaa magnesiumia olevan Lohjan ja Vammalan alueiden savipelloissa yleensä viljelyyn riittävästi.

Yhteenveto

Lounaisen Suomen viljeltyjen savimaiden maanäytteistä määritettiin neutraaliammoniumasetaattiin vaihtuvia kationeja, joista tässä tarkastellaan magnesiumia ja sen suhdetta kalsiumiin ja kaliumiin.

Lohjan alueella, joka on Lounais-Suomen savialuetta, vaihtuvaa magnesiumia oli keskimäärin 4.9—9.0 milliekvivalenttia sadassa grammassa ilma-kuivaa maata. Vammalan alueella, joka on savi- ja hiesualueiden rajalla, vastaavat keskiarvot olivat 3.2—7.7 me. Alimmat keskiarvot saatiin muokkauskerroksesta (0—20 cm), korkeimmat pohjamaasta (40—60 cm). Näytteiden savespitoisuuden ja vaihtuvan magnesiumin määrien todettiin olevan positiivisessa korrelaatioissa, hiesupitoisuuden vastaavasti yleensä negatiivi-

nessa samoin kuin melko suppealla alueella vaihtelevan humuspitoisuuden. Kalsiumin ja magnesiumin ekvivalenttimäärien suhteeksi saatiin muokkauskerroksessa 2.2–2.6, syvemmällä 1.1–1.5 sekä magnesiumin ja kaliumin suhteeksi 6–10 ja 17–23.

Vaihtuvaa magnesiumia näyttää tutkituissa savimaissa olevan kasvituotannon kannalta riittävästi ja suhteessa muihin kationeihin runsaasti.

KIRJALLISUUTTA

- BROWN, I. C. 1943. A rapid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable bases of soils. *Soil Sci.* 56: 353–357.
- ERVIO, R. & MÄKITIE, O. 1969. Studies on the effect of clay and organic matter contents on the determination of cation exchange properties in clay soils by the ammonium acetate and methylene-blue methods. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 41: 73–81.
- HAHLIN, M. 1973. Kaliumgödslingseffekterna i relation till K/Mg-kvoten i växt och jord. Rapp. avd. växtnäringsl., Kungl. Lantbr. Högskolan, Uppsala. 69 p.
- HEINONEN, R. 1956. Magnesiumin tarpeesta Suomen pelloissa. Summary: Magnesium requirements in Finnish agriculture. *Agrogeol. Publ.* 65: 1–32.
- KAILA, A. 1973. Calcium, magnesium and potassium in mineral soils from the southern half of Finland. Selostus: Suomen eteläpuoliskon kivennäismaitten kalsiumista, magnesiumista ja kaliumista. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 45: 254–261.
- MÄKITIE, O. & VIRRI, K. 1965. On the exchange characteristics of some clay soils in the Middle Uusimaa. Selostus: Keski-Uusimaan savimaiden kationinvaihto-ominaisuuksista. *Ann. Agric. Fenn.* 4: 277–289.
- SCHOLLENBERGER, C. J. & SIMON, R. H. 1945. Determination of exchangeable bases in soil, ammonium acetate method. *Soil Sci.* 59: 13–24.
- SIPPOLA, J. 1974. Mineral composition and its relation to texture and to some chemical properties in Finnish subsoils. *Ann. Agric. Fenn.* 13: 169–234.
- VIRRI, K. 1971. Lohja–Vihti. Summary: Soil map of Lohja–Vihti. *Ann. Agric. Fenn.* 10, Suppl. 1: 1–48 + 12 soil maps.
- » — 1973. Vammala–Mouhijärvi. Summary: Soil map of Vammala–Mouhijärvi. *Ann. Agric. Fenn.* 12, Suppl. 1: 1–45 + 12 soil maps.

Käsikirjoitus saapunut 23. 6. 1976