

MINERAALIKOOSTUMUKSEN KUVASTUMINEN KIVENNÄISMAAN KALSIUMIN, MAGNESIUMIN JA KALIUMIN PITOISUUDESSA

RITVA RYTI †

Maanviljelyskemian laitos, Helsingin yliopisto

Saapunut 29. 9. 1972

REFLECTION OF MINERAL COMPOSITION OF SOIL IN CONTENTS OF
CALCIUM, MAGNESIUM AND POTASSIUM

RITVA RYTI †

Department of Agricultural Chemistry, University of Helsinki

Abstract. Results of röntgenographic examination of 30 untreated mineral soil samples from various parts of Finland were compared with their total contents of Ca, Mg and K. Within the different textural classes, an abundant occurrence of biotite and illite usually corresponded to a relatively high content of Mg.

Kivennäismaittemme mineraalikoostumusta on tähän mennessä tutkittu verraten vähän. Erityisen niukasti on julkaistu tuloksia muokkauskerroksen näytteistä. Esimerkiksi SOVERIN (1956, 1966) tutkimuksien kaikki näytteet ovat syvemmistä kerroksista, tavallisesti puolesta metristä metrin parin syvyyteen. Samoin MÄKITE ja VIRRI (1965) rajoittivat tutkimuksessaan jankkerroksen röntgenidiffraktioon.

Tutkimus on yleensä kohdistettu savesfraktioon, toisinaan myös hiesufraktioon. Tässä työssä on pyritty tutkimaan röntgenografisesti koko maan mineraalikoostumusta. Orgaanista ainestakaan ei ole poistettu, jotta välttyttäisiin mahdollisesta biotiitin vaurioitumisesta tavanmukaisessa vetyperoksidikäsitelyssä (vrt. EDWARDS ja BREMNER 1967). Näin saatuja tuloksia on verrattu maanäytteiden kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin pitoisuuksiin.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineistona on 30 eri puolilta maata kerättyä enimmäkseen viljelymaiden näytettä, joiden alkuperä ja otossyvyydet ilmenevät taulukosta 1. Siinä on myös tiedot näytteiden raekoostumuksesta määritettynä ELOSEN (1971) kehittämällä menetelmällä, pH-arvot mitattuina 0.02 n CaCl₂-suspensiosta (1:2.5), sekä orgaanisen hiilen pitoisuus määritettynä märkäpoltolla.

Taulukko 1. Maanäytteet.
Table 1. Soil samples.

Näyte <i>Sample</i>	Paikkakunta <i>Place</i>	Syvyys <i>Depth</i>	Raakoostumus %				Org. C %	pH
			< 2 μ	2—20 μ	20—200 μ	200—2000 μ		
<i>AS — Heavy clays</i>								
UM 2a	Tuusula	0—20	84	12	2	2	1.0	4.9
MI 4b	Kirkkonummi	40—60	80	18	2	0	1.6	5.5
Vi AS	Helsinki	0—40	78	14	7	1	1.0	5.5
R 1b	Kärkölä	40—50	77	20	3	0	1.3	5.3
Mä 10a	Mäntsälä	0—20	64	28	5	3	4.3	5.3
MI 5b	Leppävirta	20—40	60	31	9	0	3.0	4.8
<i>HsS — HeS Silt clay-Clay loam</i>								
MI 1b	Vihti	60—80	59	38	3	0	0.8	6.0
Vi US	Helsinki	0—100	59	28	11	2	3.1	3.5
R 9a	Mouhijärvi	0—20	42	49	8	1	6.4	4.9
R 2b	Huittinen	20—40	40	41	19	0	2.2	4.3
R 6a	Mouhijärvi	0—20	37	50	8	5	3.3	5.2
R 6b	„	30—40	37	48	10	5	3.0	5.1
HP 4a	Laukaa	0—20	30	56	13	1	3.1	5.0
HP 4c	„	95—105	38	56	6	0	0.3	6.2
R 3c	Huittinen	40—50	34	50	16	0	1.9	4.7
R 22b	Säkylä	30—40	34	45	14	7	1.5	4.9
Ha 1a	Karjalohja	0—20	34	38	13	15	3.1	4.7
<i>Hs — He Silt-Loam</i>								
Ta 1a	Saarijärvi	0—20	26	67	5	2	2.5	5.9
R 16a	Tohmajärvi	0—25	20	52	25	3	4.8	4.5
R 16a	„	30—40	14	59	25	2	1.3	4.8
R 21b	Säkylä	30—40	18	37	41	4	0.7	6.0
<i>HT — HK — Mr Sand-Moraine</i>								
R 19b	Kokemäki	20—40	15	33	43	9	2.4	6.6
Vi Hk	Helsinki	0—30	14	6	25	55	2.9	6.1
R 14a	Tohmajärvi	0—20	11	21	64	4	4.7	4.6
R 14b	„	30—40	10	22	59	9	3.6	4.6
R 11a	Joroinen	0—20	7	9	29	55	3.1	5.3
R 11b	„	20—40	4	8	44	44	1.2	4.9
Ra 2b	Varkaus	35—55	4	1	32	63	1.3	4.3
La 1a	Lammi	3—13	16	14	54	16	3.8	4.1
La 1c	„	55—70	9	37	39	15	0.8	4.7

Röntgenografista tutkimusta varten päädyttiin kokeilujen perusteella seuraavaan menetelmään: 100 mg agaattihuhmaessa erittäin hienoksi jauhettua maanäytettä sekoitettiin 1 ml:an deionisoitua vettä pienessä koeputkessa ravistellen. Saatua suspensiota pipetoiitiin 0.2 ml objektilasille rajatulle 2 cm²:n alalle ja annettiin kuivua. Varsinaisen röntgenografisen tutkimuksen suoritti fil.lis. O. Näykki yliopiston geologian ja mineralogian laitoksessa Philipsin röntgendiffraktiokejoella PW 1009.

Taulukko 2. Röntgenografisen ja kemiallisen analyysin tulokset.
 Table 2. Results of röntgenographic and chemical analyses.

	Kvartsi	Plagio- klaasi	K-maa- sälpä	Amfiboli	Biotiitti Illiiitti	Kloriitti	Seoshila- mineraalit	Tot. %		
	<i>Quartz</i>	<i>Plagio- clase</i>	<i>K-feld- spar</i>	<i>Amphibole</i>	<i>Biotite Illite</i>	<i>Chlorite</i>	<i>Mixed layer minerals</i>	Ca	Mg	K
AS										
<i>Heavy clay</i>										
UM 2a	++	++	++	+	+++	++	+	0.57	2.05	3.28
MI 4b	++	++	++		++	++	+	0.86	1.83	3.18
Vi AS	++	+	+		++	+++	(+)	1.20	2.12	3.36
R 1b	++	+	+	+	++	++	++	1.08	1.98	3.28
Mä 10a	+++	++	++		++		+	1.10	1.54	2.80
MI 5b	++	++	+	+	++	++	++	1.06	1.44	2.45
HsS — Hes										
<i>Silt clay, clay loam</i>										
MI 1b	+++	++	++		++	++	++	1.51	1.81	2.98
Vi US	++	+	+	+	++	+	+++	1.00	1.42	2.98
R 9a	+++	++	++		++	++		1.10	1.19	2.49
R 2b	++	++	++	++	+	+++	(+)	1.00	1.05	2.55
R 6a	++	++	++	(+)	+++	++	+	1.22	1.27	2.80
R 6b	+++	+	+		++	+		1.23	1.26	2.76
HP 4a	+++	++	+++	+	++	++	+	1.52	1.09	2.52
HP 4c	++	++	+	+	+++	+		1.82	1.62	2.93
Re 3c	+++	+++	+++		+	++		1.04	0.98	2.48
R 22b	+++	++	++		+++	+	++	1.02	1.28	2.88
Ha 1a	+++	++	++		+	+++	(+)	0.89	0.95	2.42
Hs — He										
<i>Silt and loam</i>										
Ta 1a	+++	++	+		+++	+++	(+)	1.15	1.12	2.81
R 16a	+++	+	+		+	+		1.13	0.88	1.76
R 16b	+++	++	+		+++	+++	++	1.29	1.75	2.05
R 21b	+++	+++	++	(+)	+	+++		1.17	0.75	2.35
Ht — Hk — Mr										
<i>Sand and moraine</i>										
R 19b	+++	++	++		+	+		0.90	0.54	2.30
Vi Hk	+++	+	+++		++	++		1.34	0.43	2.29
R 14a	+++	++			+	++	(+)	1.38	0.63	1.34
R 14b	+++	+	+		++	+++	+	1.36	0.61	1.36
R 11a	++	+	+		+	+++	(+)	1.44	0.40	1.66
R 11b	+++	+++	++		++	++		1.55	0.58	1.69
Ra 2b	+++	+++	++		+	+		1.20	0.19	1.98
La 1a	++	+++	+			+++	++	1.32	0.71	1.60
La 1c	++	+	+		+++	+++		1.22	1.15	2.28

+++ = runsaasti/in abundance ++ = kohtalaisesti/moderately + = niukasti/scantily (+) = hiukan tai epävarmasti/in traces or uncertainly

Näytteiden kokonais-Ca:n, -Mg:n ja -K:n pitoisuudet määritettiin soodasulatteesta käyttämällä Ca:n ja Mg:n määrittämiseen Perkin-Elmersin atomiabsorptiospektrometria ja K:n määrittämiseen EEL:n liekkifotometria.

Tulokset

Taulukossa 2 esitetään röntgenografisen tutkimuksen tulokset. Koska tutkittavana on ollut alkuperäinen maa eikä vain savesfraktio, on ymmärrettävää, että kvartsin ja maasälpjen osuus on merkittävä. Aitosavien kvartsin pitoisuus on tosin Mäntsälästä otettua Mä 10a-näytettä lukuunottamatta vain kohtalainen. Hiesu- ja hiuesavissa on kvartsia runsaasti tai kohtalaisesti, samoin karkeampien maiden ryhmissä. Tohmajärven hieta-moreeninäytettä (R 14a) lukuunottamatta on kaikissa maissa todettu sekä kalimaasälpää että plagioklaasia. Pieniä amfibolin määriä on tavattu useita eri geologisia alueita edustavista näytteistä. Hiukan dolomiittia havaittiin kahdessa itä-Suomen näytteessä (R 11a ja R 14b). Muuttumattomien mineraalien kohdalta mainittakoon vielä, että pienet kalsiitin määrät näytteissä Vi US, R 9a, R 6b ja R 21b ovat ilmeisesti kalkituksesta peräisin.

Savimineraalikoostumus vaikuttaa myös varsin yhdenmukaiselta. Vallitsevina ovat biotiitti ja illiitti sekä kloriitti. Ainoastaan aitosavinäytteessä Mä 10a ei ole voitu todeta kloriittia ja Lammin luonnontilaisen harjumaan pintanäyte La 1a on ollut vailla biotiittia ja illiittia.

Savosta oleva aitosavi MI 5b ei näytä mineralogisesti eroavan Uudenmaan aitosavista. Viikistä, noin neliökilometrin alalta otetut kolmea eri maalajia edustavat näytteet Vi AS, Vi US ja Vi Hk ovat myös melko yhdenmukaiset savimineraalikoostumukseltaan: tosin aitosavinäytteessä kloriitti on vallitsevana, kun taas urpasavi (hiesusavien ryhmässä) sisältää vain vähän kloriittia ja kohtalaisesti biotiittia ja illiittia. Sen runsaan seoshilamineraalien pitoisuuden voidaan katsoa ilmentävän pitkälle mennyttä rapautumista.

Vertailtaessa sekä muokkauskerrosta että jankkoa tai pohjamaata edustavia näytepareja R 6a ja 6b, HP 4a ja 4c, R 11a ja 11b sekä R 14a ja 14b voidaan todeta, että vaikka vallitsevat savimineraalit ovatkin ilmeisesti samat, seoshilamineraaleja esiintyy vain muokkauskerroksessa. Tämä lienee viljelytoimenpiteiden vaikutusta rapautumiseen. Päinvastaisena esimerkkinä on näytepari R 16a ja 16b. Luonnontilaista maata edustavassa näyteparissa La 1a ja 1c osoittanee seoshilamineraalien löytyminen vain pintakerroksesta, jossa taas ei ole havaittavissa biotiittia ja illiittia, rapautumisen ja uuttumisen tehokkuutta happamassa ja kohtalaisesti orgaanista ainesta sisältävässä pintakerroksessa.

Vertailtaessa röntgenografisen tutkimuksen ja kemiallisten analyysien tuloksia on kiinnitetty huomiota erityisesti magnesiumin pitoisuuteen, jonka vaihtelut kytkeytyvät kiinteämmin kuin kalsiumin ja kaliuminkin, tiettyjen kerrossilikaattien, etenkin biotiitin ja kloriitin esiintymiseen.

Aitosavien joukossa suurimman kokonais-Mg:n pitoisuuden omaavat näytteet UM 2a ja Vi AS sisältävät erittäin runsaasti tai kohtalaisesti biotiittia ja illiittia tai kloriittia. Kolmas näyte, jonka kokonais-Mg on edellisten tavoin n. 2 %, on R 1b, joka sekin sisältää kohtalaisesti biotiittia ja illiittia, kloriittia ja seoshilamineraaleja. Miltei saman-

lainen mineraalien esiintyminen on kuitenkin havaittavissa myös näytteessä MI 5b, jonka kokonais-Mg on silti aitosavien alhaisin, 1.44 %. Tämä näyte on keski-Suomesta, joten muista aitosavien ottopaikoista eroava geologinen alue lienee vaikuttamassa, ilmeisesti myös muita pienempi saveksen pitoisuus. Kaikissa aitosavinäytteissä K:n ja Mg:n kokonaisuudet näyttävät seuraavan toisiaan.

Hiesu- ja hiuesavinäytteiden röntgenografisten ja kemiallisten analyysien tulokset vaihtelevat huomattavasti ilmeisesti näytteenottoaikojen erilaisen kallioperän mukaan. Runsaasti biotiittia ja illiittia tai kloriittia sisältävissä näytteissä (R 6a, HP 4c, R 22 b, R 2b) on myös kemiallisen analyysin mukaan suhteellisen runsaasti magnesiumia. Melkoisen osan kokonais-Mg:sta täytynee Viikin urpasavinäytteessä Vi US sisältyä seos-hilamineraaleihin. Runsaasti kloriitin esiintyminen näytteissä ei merkitse aina korkeaa Mg:n pitoisuutta, kuten näytteistä R 2b ja Ha 1a voidaan todeta.

Myös hiesu- ja hiuemaitten pienessä ryhmässä näytteiden kloriitin pitoisuus näyttää vaikuttavan varsin vähän kokonais-magnesiumiin, joka sen sijaan kytkeytyy selvästi biotiitin ja illiitin esiintymiseen.

Karkeiden maiden ryhmässä magnesiumin määrä on melko matala lukuunottamatta Lammin niukasti savesta mutta kohtalaisesti hiesua sisältävää syvemmän kerroksen näytettä La 1c, jonka Mg:n pitoisuus selittyy biotiitin ja illiitin runsauden perusteella. Karjalaiselta liuskealueelta olevat näytteet Ra 2b, R11 ja R14 eroavat useimmista muista matalan K:n pitoisuuden takia. Näyte R 14 on pohjois-Karjalalle ominaista vaaramoorenia. Muokkauskerroksen R 14a:n ja jankon R 14b:n kemialliset analyysitulokset eivät eroa toisistaan. Sen sijaan näiden raekoostumukseltaan verraten samanlaisten näytteiden röntgenografinen tutkimus on antanut selvästi erilaiset tulokset.

Tiivistelmä

Tutkimuksessa on yritetty selvittää kivennäismaan mineraalikoostumuksen ilmene- mistä maan kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin pitoisuuksissa. Tutkimusaineistona oli 30 eri puolilta maata kerättyä etupäässä viljelymaan muokkauskerroksen tai jankon näytettä.

Röntgenografinen tutkimus kohdistettiin alkuperäiseen, vain hienoksi jauhettuun maahan, josta ei edes poistettu orgaanista ainesta. Näytteissä havaittiin näin ollen ver- raten runsaasti kvartssia ja maasälpä. Tulokset eivät muuten poikenneet sanottavasti meillä tähän mennessä julkaistuista maittemme mineraalikoostumusta koskevista tiedoista.

Eri maalajiryhmissä näytti korkea magnesiumin pitoisuus kytkeytyvän runsaaseen biotiitin ja illiitin esiintymiseen. Kloriitin runsaudella näytti olevan vähemmän mer- kitystä.

Näytteiden kalsiumin ja kaliumin pitoisuuksien vaihtelut eivät selittyneet röntgeno- grafisten havaintojen perusteella.

Artikkeli käsittää osan maisteri Ritva Ryti-vainajan tutkimuksesta, jota varten hän sai apurahan August Johannes ja Aino Tiuran Maatalouden tutkimussäätiöltä vuosina 1968 ja 1969. Työn on viimeis- tellyt painokuntoon Armi Kaila.

KIRJALLISUUTTA

- EDWARDS, A. P. & BREMNER, J. M. 1967. Dispersion of soil particles by sonic vibration. *J. Soil Sci.* 18: 47—63.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122. 122 s. Hämeenlinna.
- MÄKITIE, O. & VIRRI, K. 1965. On the exchange characteristics of some clay soils in the Middle Uusimaa. *Ann. Agric. Fenn.* 4:277—298.
- SOVERI, U. 1956. The mineralogical composition of argillaceous sediments of Finland. *Ann. Acad. Scient. Fenn. A.* III 48.
- SOVERI, U. & HYYPPÄ, J. M. 1966. On the mineralogy of fine fractions of some Finnish glacial tills. *State Inst. Tech. Res. Finland, Publ.* 113.