

# LIIKUVA KAALIUMI, KALTSIUMI JA MAGNEESIUMI SISALDUSEST NING NENDE OMAVAHELISTEST SUHETEST MULLAS

V. Loide

Taimedele vajalike toiteelementide sisaldust mullas mõjutab mulla lähtekivimite ja nende komponentide koostis. Eesti mullad erinevad naaberalade muldadest oluliselt mineraalprofiili diferentseerituse (väljakujunemise) ulatuses, mis on seotud territooriumi erineva vanusega, mulla lähtekivimi karbonaatsusega ja koresesisaldusega, mille kohta leidub andmeid paljudes mullateaduslikes töödes (Kask, 1971, 1994, 1996; Kask, Niine, 1971).

Sõltuvalt mullatekkeprotsessist on mullad erineva toitainete sisalduse ja kontsentratsiooniga ning seda ka kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi poolest. Taimede toitainete omastatavus sõltub peale paljude teiste tegurite (valgus, temperatuur, vesi jne.) suuresti ka toiteelementide ionide sisaldusest ja omavahelistest suhetest mullalahuses. Et kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi omastatavus taimede poolt on seotud antagonismiga, siis on vaja väetiste kasutamisel arvestada mitte üksnes vastava elemendi sisaldust, vaid ka nende omavahelist suhet mullas. Alljärgnevalt püütaksegi anda lühiülevaade mõningate toiteelementide omavaheliste suhete kohta Eesti põllumuldades.

## Metoodika ja materjalid

Liikuva kaaliumi (K), magneesiumi (Mg), kaltsiumi (Ca) sisalduse ja nende omavaheliste suhete selgitamiseks koguti üle vabariigi enamlevinud mullatüüpide künnikihist mullaproovid (n=479), millest määrati K topeltlaktaatmeetodil (DL), Ca ja Mg ammooniumlaktaatmeetodil (AL) ning täiendavalt magneesiumi 1 N KCl-leotisest. AL- ja DL-meetodil saadud tulemused arvutati ümber happe-ammooniumatsetaatmeetodile (AAAc) vastavate ühelt meetodilt teisele ülemineku koefitsientide abil.

## Tulemused ja arutelu

Leostumise ja leetumise tunnuste põhjal kolme gruppi koondatud muldade (tabel 1) analüüsitulemustest selgub, et need erinevad toiteelementide hulga ja nende omavaheliste suhete poolest. Liikuva kaaliumi ja magneesiumi poolest rikkamad on leetjad mullad, vaesemad aga leetunud ning karbonaatmullad. Absoluutselt väikseima kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisaldusega muldi esines leetunud muldade hulgas. Karbonaatmuldi iseloomustab liikuva kaltsiumi rohkus. Sellest tulenevalt esineb karbonaatmuldade hulgas ka enam kui 2 korda laiema Mg ja Ca suhtega muldi kui leetunud muldadel (vastavalt 1:30 ja 1:14). Keskmise Mg ja Ca suhte nimetud muldadel on vastavalt 1:12 ja 1:7. Liikuva kaaliumi keskmine sisaldus on kõigil mullarühmadel väiksem magneesiumi omast ja seega ka suhte magneesiumi suhtes alla 1 (1:0,5...0,6). Esines ka muldi, kus Mg:K on veelgi kitsam, ja ka niisuguseid, kus kaaliumisisaldus ületab magneesiumisisalduse 3...7 korda. Optimaalse K ja Mg suhte puhul peaks see olema 3 või üle selle (Döring, 1974; Kurki, 1982). Suurima kaltsiumi- ja väikseima kaaliumisisalduse tõttu on K:Ca karbonaatmuldadel laiem kui leetjatetel ning leetunud muldadel, vastavalt 72, 49 ja 50. Samuti on karbonaatmullas K:Ca erinevuste ulatus suurim – 1:3...1900.

Mullatüübist tugevamini korreleerub mulla keemiline koostis lõimimisega. Antagonistlike toitainete sisaldust ja nende vahetõttu erineva lõimimisega muldades iseloomustavad analüüsitulemused tabelis 2. Näeme, et kaaliumi poolest kõige vaesem on liivmuld – 74 mg kg<sup>-1</sup>, kaltsiumi ja magneesiumi poolest aga saviliivmuld, vastavalt 1875 ning 246 mg kg<sup>-1</sup>. Savimullad aga sisaldavad neid praktiliselt kõige rohkem. Nimetatud elementide varieeruvus on liiv- ja savimuldades suurem kui saviliiv- ning liivsavimuldades. Liivmullad on tuntud toitainete vaesuse poolest ja seda kinnitavad väikseimad kaltsiumi- ning magneesiumisisaldused neis, kuid keskmise näitaja poolest iseloomustab antud liivmuldi suhteliselt suur liikuva kaltsiumi ja magneesiumi sisaldus. See tuleneb sellest, et liivmuldade hulka kuuluvad ka gleistunud liivmullad, mille kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus on märgatavamalt suurem kui leetunud liivmuldadel.

Nii nagu kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus esines laias vahemikus, on ka nende omavaheliste suhete amplituud mulla erinevate lõimiste puhul võrdlemisi suur. Kord on üks element teise suhtes suures ülekaalus, ja vastupidi. Et kaalium, kaltsium ja magneesium on omavahel antagonistid, siis ühe liig takistab teise elemendi omastamist taimede poolt. Antud tulemustest selgub, et savimuldadel, mis sisaldavad palju magneesiumi, raskendab magneesium kaaliumi omastamist kõige enam, sest magneesiumisisaldus ületab kaaliumisisalduse 4 korda. Olukorda, kus kaaliumisisaldus ületab magneesiumisisalduse, savimuldadel ei esinenud. Küll aga esines seda teistel muldadel, kus kaaliumisisaldus ületas magneesiumisisalduse 3,8...7 korda. Oluliselt erineb savimuld ka Mg:Ca poolest. Võrreldes teistsuguse lõimimisega muldadega on savimuldade Mg:Ca tunduvalt kitsam, ainult 1:4,8. Savimuldade kaaliumi ja kaltsiumi suhte esines aga vahemikus 1:4...268 ja on seega üks suurima varieeruvusega näitajatest.

**Tabel 1.** Liikuva kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisaldus ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ning nende omavaheline suhe muldades  
**Table 1.** Contents of moving potassium, calcium and magnesium ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) and their ratio in soils

*	K-E.- R.	Ca-AL	Mg-AL	Mg:K	Mg:Ca	K:Ca
Karbonaatmullad / <i>Soddy calcareous soil</i> , n = 148						
x	89	3450	333	1:0,5	1:12	1:72
Lim	1...324	400...10000	60...900	1:0,001...7	1:2,4...30	1:3...1900
s	4,7	172	17,3	0,056	0,48	13,4
s%	5,3	5,0	5,2	12,2	4,1	18,6
Leetjad mullad / <i>Podzolized soddy-calcareous soil</i> , n = 88						
x	129	2877	373	1:0,6	1:10	1:49
Lim	8...473	260...7000	50...900	1:0,01...3	1:2,4...29	1:4...431
s	8,9	147	28	0,067	0,65	8
s%	6,9	5,1	7,5	10,5	6,4	16,3
Leetunud mullad / <i>Soddy-podzolic soil</i> , n = 235						
x	97	2064	316	1:0,6	1:7	1:50
Lim	0...581	150...10000	40...810	1:0...5,8	1:1,2...14	1:0...875
s	5,0	124	17	0,046	0,19	7,0
s%	5,2	6,0	5,4	7,7	2,7	14

\* x – aritmeetiline keskmine, Lim – analüüsi tulemuste erinevuste ulatus, s – standarthälve, s % – variatsiooni-koefitsient

\* x – arithmetical mean, Lim – scope of differences in analysis results, s – standard deviation, s % – variation coefficient

**Tabel 2.** Liikuva kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisaldus ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ning nende omavaheline suhe sõltuvalt mulla lõimisest

**Table 2.** Contents of moving potassium, calcium and magnesium ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) and their ratio in soil depending on the texture of soil

*	K-E.- R.	Ca-AL	Mg-AL	Mg:K	Mg:Ca	K:Ca
Liivmullad / <i>Sand</i> , n = 55						
x	74	2130	288	1:0,5	1:8	1:52
Lim	0...851	150...10000	40...850	1:0...5,8	1:2,3...33	1:0...588
s	14	320	36	0,12	0,8	12
s%	18,9	15	12,5	24,0	10,1	23,1
Saviliivmullad / <i>Sandy loam</i> , n = 149						
x	106	1875	246	1:0,74	1:8,6	1:38
Lim	0...291	200...10000	50...850	1:0...3,8	1:1,2...23	1:0...431
s	5	125	17	0,05	0,31	5,1
s%	4,7	6,7	6,9	6,7	3,6	13,4
Liivsavimullad / <i>Sandy clay</i> , n = 246						
x	101	3167	355	1:0,5	1:10,7	1:71
Lim	1...473	500...10000	50...900	1:0,001...7	1:2,1...29	1:0...1900
s	4	117	15	0,04	0,36	10,0
s%	4	3,7	4,2	8,0	3,4	14,0
Savimullad / <i>Clay</i> , n = 29						
x	120	3122	608	1:0,25	1:4,8	1:42
Lim	25...241	500...9500	190...850	1:0,03...0,7	1:2...11	1:4...268
s	10	476	45	0,03	0,51	11,6
s%	8,3	15,2	7,4	12,0	10,6	27,6

Taimedele vajalike toiteelementide vahetamine mullas ei mõjuta üksnes saaki, vaid ka selle keemilist koostist (Loide, 1996, 1997). Seega tuleb väetiste kasutamisel arvestada mitte üksnes toitainete sisaldust, vaid ka nende omavahelist suhet, sest ühe elemendi liialt suur ülekaal pidurdab teiste omastatavust taimede poolt. Nii on soovitatav kaltsiumi ja magneesiumi laia suhte puhul magneesiumväetisi kasutada ka magneesiumirikastel muldades, kitsa suhte (alla 10) korral vajab muld eelkõige kaltsiumi (Loide, 1996). Mullad, mis sisaldavad magneesiumi rohkem kui kaaliumi, vajavad esmalt kaaliumväetisi, et vähendada antagonismiilminguid ning parandada sellega toitainete omastatavust taimede poolt.

Uurimistulemuste kõrvutamiseks teiste autorite omadega võrreldakse alljärgnevalt mõnede elementide sisalduse ja nende vahekordade osas erinevate määramismeetoditega saadud tulemusi.

Eestis kasutatakse liikuva kaaliumi sisalduse määramiseks DL- ja liikuva kaltsiumi ning liikuva magneesiumi määramiseks AL-meetodit. Seega saadakse K ja Ca ning Mg arvnäitajad kahest erinevalt toimivast väljatõmbest. Enamlevinud on ühe väljatõmbelahuse kasutamine P, K, Ca, Mg väetistarbe määramisel ja vastavalt sellele ka saadud uurimistulemused K, Ca ja Mg omavaheliste suhete kohta. L. Kevvai uurimistöös (1997) analüüsiti muldi nii Eestis kui ka Soomes kasutatavate meetodidega ning nende põhjal leiti ühelt määramismeetodilt teisele ülemineku koefitsiendid. Viimaste abil arvutati AL- ja DL-meetodil saadud tulemused võrreldavaks AAAC-meetodil määratutega. Lisaks eeltoodule määrati autori poolt liikuv magneesium ka veel 1 N KCl-leotisest ja kolmel viisil saadud tulemused on toodud tabelis 3. Selgub, et enam erinevad AL- ja AAAC-meetodil määratud elementide arvnäitajad kaltsiumil ja magneesiumil ning seda veel erisuunaliselt. AAAC-meetodi kasutamise korral on Ca arvnäitaja 1,4 korda suurem ja magneesiumil 2,6 korda väiksem kui AL-meetodiga määramisel. Magneesiumi määramisel KCl-leotisest on tulemused suhteliselt sarnased AAAC-meetodi omadega, vastavalt 161 ja 125 mg kg<sup>-1</sup>. Saadud tulemused korreleeruvad omavahel hästi (korrelatsioonikoefitsient r=0,819\*\*, n=479). Võrdsed tulemused saadi magneesiumi-kaltsiumi suhte puhul – 1:30. Kui AL-meetodil määratud magneesiumisisalduse puhul oli Mg:K 1:0,3, siis magneesiumisisalduse määramisel KCl-leotisest vastas sellele suhe 1:2, mille järgi muld sisaldab kaaliumi ja magneesiumi taimedele palju soodsamas vahekorras kui esimese määramisvariandi puhul.

Seega ei tõrjuta elemente erinevatest väljatõmbelahustest välja proportsionaalselt. Nii on lahuses magneesiumi võrreldes kaltsiumiga AL-meetodi puhul tunduvalt rohkem kui AAAC-meetodi korral. See mõjutab omakorda elementide hulga suhet. Esimesel juhul on Mg ja Ca suhe 1:8 ning teisel juhul 1:30. Analoogiliselt Mg ja Ca suhtega erineb ka Mg ja K suhe AAAC-meetodil määratust rohkem kui kolm korda (vastavalt 3,75 ja 3,06 korda). Seega on erinevused mõningate näitajate osas erinevate meetodite vahel küllaltki suured ja neid tuleb teiste andmete interpreteerimisel arvestada.

AL-meetodil ja KCl-väljatõmbest määratud magneesiumisisalduse tulemuste ümberarvutamiseks leiti autori poolt seoseid iseloomustavad regressioonvõrrandid (tabel 4) muldade keskmisena ja lõimiste kohta eraldi. Selgub, et kõige enam erinesid üksteisest liiv- ja savimuldade seosed.

**Tabel 3.** Mõningate taimetoiteelementide sisaldus ja omavaheline suhe mullas sõltuvalt nende määramismeetodist, n = 479

**Table 3.** Contents of nutrients of some plants and their mutual ratio in soil depending on the identifying methodology (n = 479)

Meetod / Methodology	Elemendid mg kg <sup>-1</sup> / Elements mg kg <sup>-1</sup>			Suhe / Ratio	
	Ca	Mg	K	Mg:Ca	Mg:K
AL <sub>Ca, Mg</sub> +DL <sub>K</sub> *	2644	329	101	1:8	1:0.31
1 N KCl-leotis <sub>Mg</sub>	–	161	–	1:30	1:2
AAAC** <sub>Ca, Mg, K</sub>	3807	125	119	1:30	1:0.95

\* – Eestis kasutatavad meetodid ja elemendid väetistarbe määramisel / Methodology and elements used in Estonia for identifying needs for fertiliser;

\*\* – arvutatud ühelt meetodilt teisele ülemineku koefitsientide abil / calculated using the coefficients usable for transition from one method to another (Kevvai jt., 1997)

**Tabel 4.** AL-meetodil ja 1 N KCl-leotisest määratud magneesiumi seosed sõltuvalt mulla lõimisest

**Table 4.** Ratio of magnesium identified according to the AL methodology and 1 N KCl extracted, dependent on the texture of soil

Muld / Soil texture	Regressioonvõrrandid* / Regression equation*	R <sup>2</sup>
Liivmullad / Sand, n = 55	y = 0,53x – 24,2	0,868
Saviliivmullad / Sandy loam, n = 149	y = 0,46x + 4,3	0,540
Liivsavi / Sandy clay, n = 246	y = 0,48x + 3,0	0,616
Savimullad / Clay, n = 29	y = 0,42x + 63,2	0,801
Keskmine / Average	y = 0,49x – 0,64	0,671

\* – y – 1 N KCl-leotisest määratud mulla Mg-sisaldus, mg kg<sup>-1</sup>, / the 1 N KCl extracted Mg mg kg<sup>-1</sup> soil

\* – x – AL-meetodil määratud mulla Mg-sisaldus, mg kg<sup>-1</sup> / the AL methodology Mg mg kg<sup>-1</sup> soil

## Kokkuvõte ja järeldused

Eesti põllumullad on oma tekketegurite mitmekesisuse tõttu väga varieeruvad taimetoiteelementide sisalduse ja nende omavahelise suhte poolest, ning seda eriti liiv- ja savimullad. Liikva kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse omavahelised suhted on sageli kas liialt laiad või kitsad. Liikva magneesiumi sisaldus on aga kasutatavate AL- ja DL-määramismeetodite puhul keskmiselt 3 korda suurem kaaliumisisaldusest, kuid teiste meetodite (AAAc-meetod ja KCl-leotis) kasutamisel oli uuritud muldade keskmine Mg:K vastavalt 1:0,95 ja 1:2. Järelikult ei ole suurte erinevuste tõttu omavahel võrreldavad AL- ja DL-arv näitajad ning AAc-meetodil saadud arv näitajad. KCl-leotisest määratud magneesiumisisalduse arv näitajad olid AAc-meetodil määratutega tüksteisele lähedasemad kui AL-meetodi kasutamisel. Teistest muldadest enam sisaldavad magneesiumi savimullad. Antagonistliku toime tõttu on savimuldadel teiste toiteelementide (Ca, K) vähesuse korral nende omastatavus taimede poolt raskendatud.

Seega on erinevused mõningate näitajate osas erinevate meetodite vahel küllaltki suured ja neid tuleb teiste andmete interpreteerimisel arvestada. Samuti tuleb väetiste kasutamisel pöörata tähelepanu mitte üksnes toitainete sisaldusele, vaid ka nende omavahelistele suhetele, sest ühe elemendi liialt suur ülekaal pidurdab teiste omastatavust taimede poolt.

## Kirjandus

- Döring H., 1974. Elf Jahrzehnte Magnesium-Düngung. – Mitteilungen der DLG, H. 44, S. 932...934.
- Kask R. 1971. Eesti automorfsete muldade keemilisest koostisest. EMMTUI tead.tööde kogumik, Tallinn, XXII, lk. 27...49.
- Kask R. 1994. Dolomiitsel rähkmoreenil kujunenud muldade omapärast. Käsikiri, 10 lk.
- Kask R. 1996. Eesti mullad. Tallinn, 239 lk.
- Kask R., Niine H. 1971. Eesti NSV muldade lähtekivimi põhiliste komponentide keemilisest koostisest. Tead. tööde kogumik, XXII, Tallinn, lk 3...23.
- Kevvai L. 1997. Taimetoitainete ja mõningate mikroelementide Eestis kasutatavate analüüsimeetoditega saadud tulemuste võrdlus FAO poolt aktsepteeritutelega. Saku, 22 lk.
- Kevvai L., Kevvai T., Sippola J. 1997. Soil extractants used in Estonia and Finland, their extraction power, and suitability for testing Estonian soils. Commun. Soil Sci. Plant anal., 28 (3-5), P. 197...203.
- Kurki M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. Helsinki, P. 181.
- Loide V., 1996. Mulla liikva magneesiumi sisalduse ja kaltsiumi ning magneesiumi suhte mõju põllukultuuride saagile. Agraarteadus, VII. 1, lk. 39...53.
- Loide V. 1997. The effect of magnesium fertilizer on yield of field crops depending on Ca:Mg ratio in soil. // The Finnish – Estonian Seminar in Crop and Soil Science Jokionen 14<sup>th</sup> August, P. 5...7.

## On the Contents of Moving Potassium, Calcium and Magnesium and Their Ratio in Soils

V. Loide

Summary

Estonian field soils are varied to great extent by the composition of nutrients of plants and their mutual ratio due to variety of their forming, especially sandy soils and loam. Mutual ratio between moving potassium, calcium and magnesium is often either too wide or too narrow. Contents of moving magnesium while applying the AL and DL identifying methodologies is on the average three times higher than contents of potassium but in cases of applying the AAc methodology and KCl extracted, the average Mg:K of the soils studied was 1:0,95 and 1:2 respectively. Consequently, due to big differences, AL and DL indicators are not comparable with the results of applying AAc methodology. The magnesium contents indicators as the result of the KCl extracted were closer to the results of AAc methodology than the indicators resulting from the AL methodology. Loams contain magnesium more than the other soils. Due to antagonistic effect in loams the assimilation of other nutrient elements (Ca, K) by the plants is complicated if the elements are scarce.

Therefore, the differences in some indicators of different methodologies are quite big and will have to be taken into account while interpreting other data. Also, while using fertilisers, we should not only pay attention to the contents of nutrients but also to their ratio because overwhelming contents of one element will restrain the assimilation of the other nutrients.