

## LIIKUVA MAGNEESIUMI SISALDUSEST NING KAALIUMI JA MAGNEESIUMI SUHTEST EESTI PÖLLUMULDADES

V. Loide

**SUMMARY:** *On the contents of moving magnesium and the ratio of potassium and magnesium in field soils of Estonia. Due to the source rocks, Estonian soils are very heterogeneous by their contents of chemical elements. The methodologies used to identify fertilisation needs influence the objectivity of the results of contents of acquired nutritional elements and their ratio.*

*The research compared the moving magnesium contents identified by ammonium lactate (AL) methodology and by 1N KCl- 0,025N CaCl<sub>2</sub>-extraction. The results show that the magnesium contents in soils identified by the 1N KCl and 0,025N CaCl<sub>2</sub> extraction (Schachtschabel methodology) differ to a relatively small extent. Whereas the difference between the latter two and AL methodology is great (Figure 1). The difference is greater in case of soils that have high contents of calcium and specifically so in case Schachtschabel methodology is being used (Figure 2). In case of soils rich in calcium, some soils identified by the AL methodology are rich in magnesium but poor as identified by 0,025N CaCl<sub>2</sub> extraction methodology and there is no plausible relation between the results of research. The plausible linear connection between magnesium contents identified by two methodologies appears in soils that contain moving calcium up to 2500 mg/kg (Figure 3). Therefore, the contents of magnesium identified by the AL and Schachtschabel methodology are only partly comparable since none of the methodologies have been worked out for soils rich in calcium.*

*When identifying the ratio of antagonistic nutrients that plants need, it is necessary to consider the identification methodologies because of great differences between them. In identifying magnesium by the AL methodology, the ratio of magnesium and potassium in soils (potassium was identified by the double lactate methodology (DL) is 0,5...0,6:1, but when identified from 1N KCl and 0,025N CaCl<sub>2</sub> extraction, the ratio is 2:1. Thus, due to the differences in identifying methodologies, it is not possible to compare the ratio of contents of magnesium and potassium in the case of other methodologies.*

Eesti põllumullad on sõltuvalt lähtematerjalist keemiliste elementide sisalduse poolest väga heterogeensed. Väetustarbe määramiseks kasutatavatest meetoditest sõltub, kuivõrd objektiivselt kajastavad saadud tulemused taimede poolt omastatavate toiteelementide sisaldust ja nende omavahelist suhet.

Kirjandusandmete põhjal peab osa uurijaid optimaalseks kaaliumi ja magneesiumi suhteks 3:1 (Döring, 1974; Kurki, 1982). Teiste autorite andmetel peaks see suhe sõltuvalt mulla lõimisest aga olema 1,1...2:1 (Kundler jt., 1989). Meie põllumuldade väetustarbe määramiseks kasutatavate meetodite kohaselt on liikuva kaaliumi keskmine sisaldus valdavalt väiksem magneesiumi omast ja seetõttu on ka kaaliumi-magneesiumi suhe vaid 0,5...0,6:1 (Loide, 1999). Erinevaid määramismeetodeid kasutades ei ole need andmed omavahel võrreldavad. Soomes määratakse kaaliumi-, kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus 1N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> väljatõmbest (Methods of..., 1986); Saksamaal ja Poolas määratakse magneesiumisisaldus Schahtschabeli järgi 0,025N CaCl<sub>2</sub> väljatõmbest ja kaaliumi topeltlaktaatmeetodil (Kerschberger jt., 1986; Kundler jt., 1989; Prokošev jt., 1987); endises Nõukogude Liidus aga kasutati selleks 1N KCl väljatõmme (Mazajeva, 1967). Edukalt määratakse katioone üheaegselt 1N ammoonium-äädikhapest. Samuti kasutatakse paljudes maades järgmisi puhverlahuseid: 0,2N NH<sub>4</sub>Cl + 0,2N CH<sub>3</sub>COOH + 0,15N NH<sub>4</sub>F + 0,12N HCl (pH – 2,5), millest määratakse üheaegselt P, K, Ca, Mg, Mn ja Zn (Prokošev jt., 1987).

Erinevate ekstraheerimislahuste kasutamisel saadakse ka erinevad tulemused. Käesolevas uurimistöös võrreldakse ammooniumlaktaatmeetodil (AL) määratud liikuva magneesiumi sisaldust 1N KCl ja 0,025N CaCl<sub>2</sub> väljatõmbest määratuga.

### Metoodika

Liikuva kaaliumi ja magneesiumi sisalduse omavahelise suhte selgitamiseks kasutati üle vabariigi kogutud levinumate mullatüüpide ja erineva lõimisega muldade künnikihist võetud mullaproove (n=600). Kaaliumi (K) määrati topeltlaktaatmeetodil (DL) ja magneesium (Mg) määrati ammooniumlaktaatmeetodil (AL) Taimse Materjali Kontrolli Keskuses ja 1N KCl väljatõmbest autori poolt ning Schahtschabeli meetodi järgi EMVI keemialaboris.

### Tulemused ja arutelu

Liikuva magneesiumi sisaldused, määratuna AL-meetodil ja 1N KCl leotisest, olid omavahel heas korrelatsioonis, koefitsient  $R^2=0,743$ . Kuid selgus, et kui rühmitada muldi ainult magneesiumi vajavateks ja mitteva-

javateks, oli erinevus kahe meetodi vahel üsna väike, ainult 2,2% (tabel 1). Jaotades neid aga magneesiumi poolest vaesteks ja väga vaesteks, oli erinevus kahe meetodi määramistulemuste vahel suurem. Kui AL-meetodil määratuna oli uuritavast 460 mullaproovist magneesiumi poolest väga vaeseid 9,3%, siis 1N KCl leotisest määratuna osutus väga vaesteks 23,5%. Tihti esines muldi, mille magneesiumisisaldus võrdus nulliga. Suure magneesiumitarbega muldade osatähtsuse suurenemine toimus enamasti väikese magneesiumivajadusega muldade arvel. Toodust võib järeldada, et magneesiumitarve 1N KCl leotisest määratuna on suurem kui AL-meetodi puhul.

**Tabel 1.** Erineva magneesiumitarbega muldade osatähtsus sõltuvalt määramise meetodist  
**Table 1.** Importance of soils with various magnesium needs depending on the identifying methodology

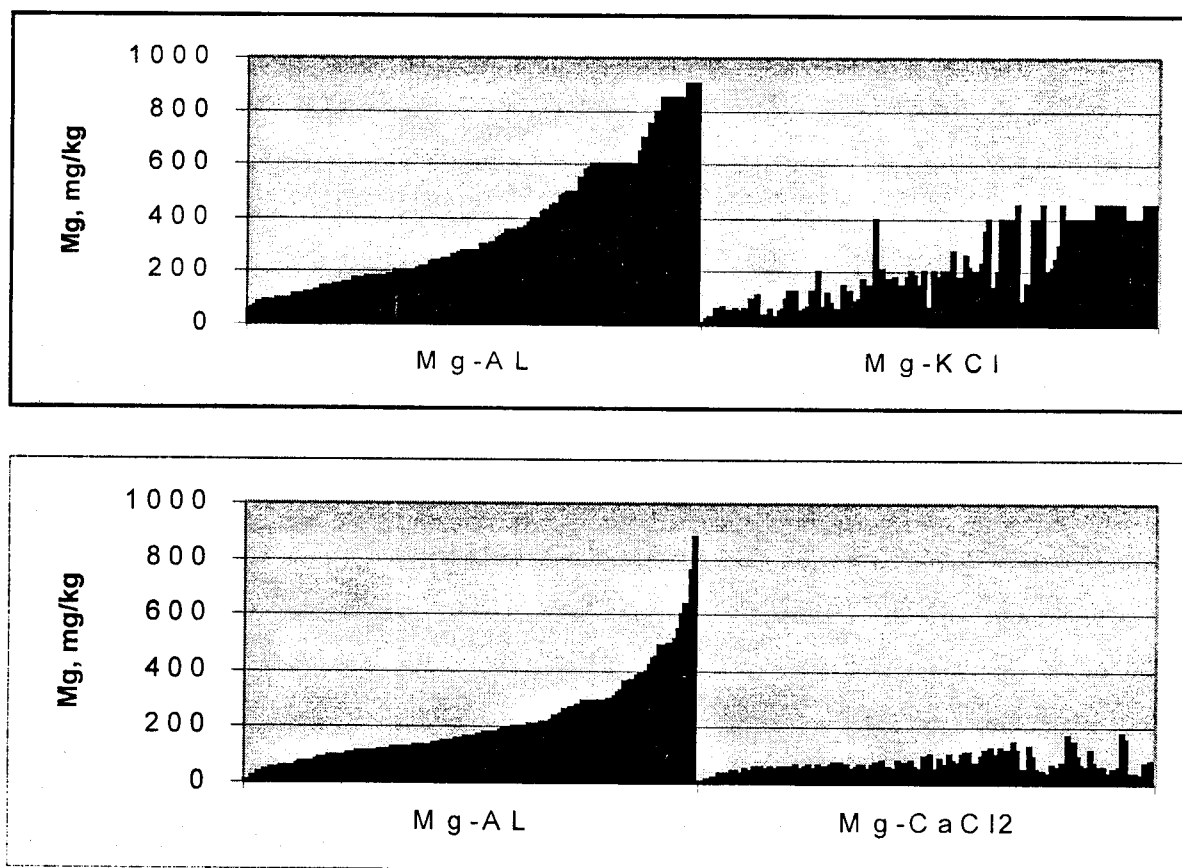
Meetod / Methodology	Suur / Great		Väike / Small		Puudub / Missing	
	n	%	n	%	n	%
1. AL, n=460	43	9,3	134	29,1	283	61,5
1N KCl*	108	23,5	59	12,8	293	63,73
2. AL, n=154	38	24,8	34	22,0	82	53,2
CaCl <sub>2</sub> **	114	74,0	–	–	40	26,0

\* Liikva magneesiumi sisalduse (mg/100 g) alusel (määratuna 1N KCl leotisest) rühmitas M. Mazajeva (1967) mullad järgmiselt: kuni 3 – väike; 3,1...5 – keskmine, üle 5 – suur.

\*\* Schachtschabeli järgi (v. Boguslawski, 1981) magneesiumitarbe piirnormiks liivmuldades 5, liivsavimuldades 7 ja savimuldades 12 mg Mg/100 g.

\* M. Mazajeva (1967) gruppis muldi järgi: sõltuvalt liikva magneesiumi (mg/100 g) sisaldusest (määratuna 1N KCl leotisest) kuni 3 – väike; 3,1...5 – keskmine, üle 5 – suur.

\*\* According to Schachtschabel (v. Boguslawski, 1981) the limit of magnesium need in sandy soil is 5, sandy loams 7 and loams 12 mg Mg/100 g.



**Joonis 1.** Liikva magneesiumi sisaldus sõltuvalt määramismeetodist:

1. Mg-AL-KCl – n=460; 2. Mg-AL-CaCl<sub>2</sub> – n=150

**Figure 1.** Contents of moving magnesium depending on the identification methodology:

1. Mg-AL-KCl – n=460; 2. Mg-AL-CaCl<sub>2</sub> – n=150

Teises meetodite võrdlusanalüüsis määrati muldade liikva magneesiumi sisaldus AL- ja Schachtschabeli meetodi järgi. Leiti, et magneesiumisisalduse määramisel on ka Schachtschabeli järgi magneesiumi vajavate muldade osatähtsus suurem kui AL-meetodi puhul. Kui AL-meetodi puhul esines uuritud muldades magneesiumi vajavaid muldi 46,8%, siis Schachtschabeli järgi oli neid 74,0%. Erinevalt KCl leotisest korreleerusid nõrgalt omavahel Schachtschabeli ja AL-meetodil määratud magneesiumisisaldused ( $R^2=0,241$ ). Samuti oli nende meetodite puhul magneesiumisisalduste varieeruvus suurem, kui see oli KCl leotise ja AL-meetodi puhul (joonis 1), mida kinnitas ka määramismeetodite erinevuste statistiline analüüs (tabel 2).

**Tabel 2.** Magneesiumisisalduse erinevus (x) sõltuvalt määramismeetodist

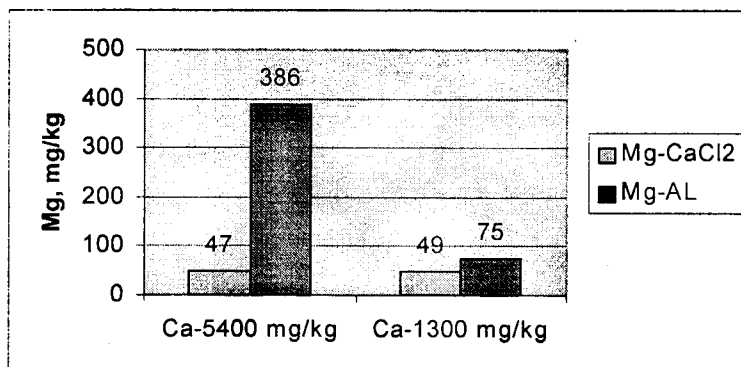
**Table 2.** Difference in contents of magnesium (x) in soil depending on the identification methodology

Meetod / Methodology	x	Lim	s	s%
AL-m. ja KCl-v., n=456	3,4	0...30	3,3	97
AL-m. ja CaCl <sub>2</sub> v., n=154	4,3	1...34,5	5,0	116

x – erinevuse aritmeetiline keskmine, Lim – erinevuste ulatus, s – standardhälve, s% – variatsioonikoeffitsient.

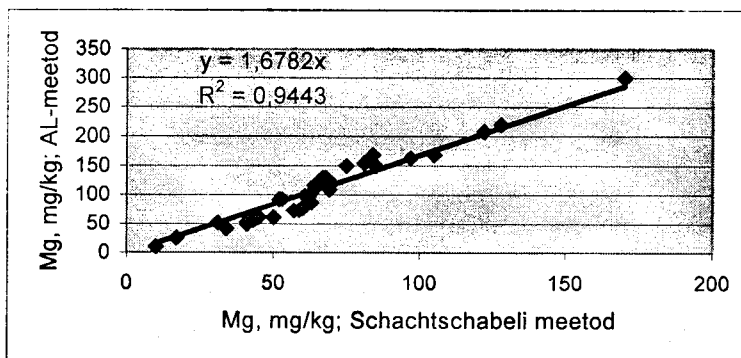
x – arithmetical mean, Lim – scope of differences, s – standard deviation, s% – variation coefficient

Rühmitades muldi liikva kaltsiumi sisalduse järgi, selgus järgmist: kaltsiumisisalduse suurenemisega mullas suurenes ka AL- ja Schachtschabeli meetodi erinevus. Kaltsiumivaestes muldades oli magneesiumisisalduse määramismeetodite omavaheline erinevus 1,5, kuid kaltsiumi poolest rikastel 8,2 korda (joonis 2). Veel selgus, et muldade puhul, mis sisaldasid liikuvat kaltsiumi kuni 2500 mg/kg, olid AL- ja Schachtschabeli meetodil määratud magneesiumisisaldused omavahel tugevas lineaarses seoses, koefitsient  $R^2=0,944$  (joonis 3). Kaltsiumisisalduse suurenemisega mullas nõrgenes seose tugevus. Järelikult on AL- ja Schachtschabeli meetodil määratud liikva magneesiumi sisaldused omavahel võrreldavad ainult osaliselt, s.o kaltsiumivaesematel muldadel.



**Joonis 2.** Määramismeetodite toime liikva magneesiumi sisaldusele sõltuvalt liikva kaltsiumi sisaldusest mullas

**Figure 2.** The influence of identification methodology to the contents of moving magnesium depending on the contents of moving potassium in soil

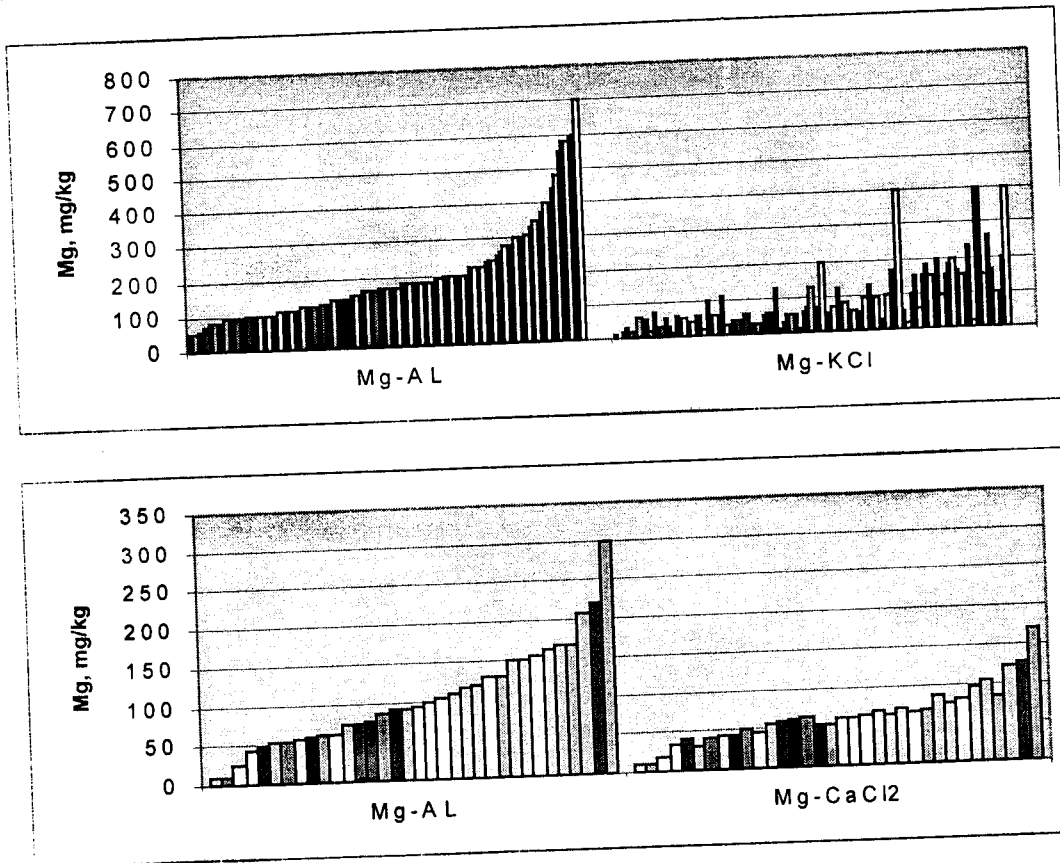


**Joonis 3.** Lineaarne seos liikva magneesiumi sisalduste vahel määratuna AL- ja Schachtschabeli meetodi järgi (n=34)

**Figure 3.** Linear connection between magnesium contents identified by AL and Schachtschabel methodologies (n=34)

Võrreldes samal kaltsiumisisalduse (kuni 2500 mg/kg) tasemel magneesiumisisaldusi, määratuna AL-meetodil ja KCl leotisest, oli nende meetodite puhul tulemuste varieeruvus märgatavalt suurem (joonis 4).

Liikuva magneesiumi sisalduse määramismeetodite erinevus on seletatav sellega, et AL- ja Schachtschabeli meetod ei ole välja töötatud kaltsiumirikaste muldade jaoks. Sõltuvalt sellest, millisel lähtematerjalil on muld kujunenud, sisaldab see kaltsiumi ja magneesiumi. Seetõttu tuleb ette, et suure kaltsiumisisaldusega mullad on üsna magneesiumivaesed. Eelpool toodust selgus, et kaltsiumirikaste muldade magneesiumitarve on erinevate määramismeetodite puhul erinev. Kinnitust, milline meetod on objektiivsem, saab mulla ja taimede keemilise koostise omavahelise seose kaudu.



**Joonis 4.** Liikuva magneesiumi sisaldused erinevate määramismeetodite puhul muldades, mis sisaldavad liikuvat kaltsiumi kuni 2500 mg/kg: 1. Mg-AL-KCl – n=103; 2. Mg-AL-CaCl<sub>2</sub> – n=34  
**Figure 4.** The contents of moving magnesium in case of using different identification methodologies in soils that contain available calcium in up to 2500 mg/kg: 1. Mg-AL-KCl – n=103; 2. Mg-AL-CaCl<sub>2</sub> – n=34

Magneesiumi määramismeetodist sõltub ka magneesiumi ja teiste elementide, nagu kaaliumi ja kaltsiumi sisalduse omavaheline suhe. Määrates magneesiumi AL-meetodil, on uuritud muldades kaaliumi-magneesiumi suhe keskmiselt 0,3:1; määratuna KCl väljatõmbest, on see 2:1 (Loide, 1999) ja Schachtschabeli meetodi puhul samuti keskmisena 2:1. Muldades, mis on magneesiumi poolest rikkad nii AL- ja Schachtschabeli meetodi järgi, on see suhe vastavalt 0,4:1 ja 0,8:1; muldades, mis on mõlema meetodi puhul magneesiumivaesed, on see vastavalt 0,7:1 ja 1,3:1. Muldades aga, mis osutusid AL-meetodi puhul magneesiumirikkamateks ja Schachtschabeli meetodi järgi -vaesemateks, on kaaliumi-magneesiumi suhe vastavalt 0,5:1 ja 2,6:1.

Kirjandusandmetest selgub, et Saksamaal, kus määratakse liikuva kaaliumi sisaldus DL- ja liikuva magneesiumi sisaldus Schachtschabeli meetodi järgi, on väetustarve uurimistulemuste põhjal kaaliumi-magneesiumi optimaalne suhe liivmuldades 2,0:1; saviliivmuldades 1,8:1; liivsavimuldades 1,7:1; savimuldades 1,2:1 ja turvasmuldades 3,6:1 (Kundler jt., 1989).

Nende andmetega on võrreldavad kõnealuse uurimistöö tulemused, kus liikuva magneesiumi sisaldus määrati Schachtschabeli meetodi järgi ja liikuva kaaliumi sisaldus DL-meetodil. Tulenevalt AL- ja Schachtschabeli meetodi vahelisest seosest leiti vastavalt meil väetustarve määramiseks kasutatavate meetodite optimaalsele lähedased kaaliumi-magneesiumi suhted muldadele, mis sisaldavad liikuvat kaltsiumi kuni 2500 mg/kg. Optimaalsele lähedane kaaliumi-magneesiumi suhe on sel juhul liivmuldades 1,2:1; saviliiv- ja liivsavimuldades 1:1; savimuldades 0,7:1 ja turvasmuldades 2,2:1. Muldades, kus kaaliumi-magneesiumi suhe erineb oluliselt toodust, on toitainete omastamine taimede poolt antagonismi ilmingute tõttu pidurdatud. Meie

põllumuldade kaaliumi-magneesiumi suhe on liivmuldades keskmiselt 0,5:1 (0...5,8:1); saviliivmuldades 0,7:1 (0...3,8:1); liivsavimuldades 0,5:1 (0,001...7:1); savimuldades 0,25:1 (0,03...0,7:1) (Loide, 1999).

Muldade puhul, mis sisaldavad liikuvat kaltsiumi rohkem kui 2500 mg/kg, ei ole kaaliumi-magneesiumi suhe aga teistega võrreldav erinevatel meetoditel määratud magneesiumisisalduste omavahelise suure varieeruvuse tõttu.

Eeltoodust järeldub, et meie põllumullad vajavad magneesiumi, kuid veelgi enam vajavad mullad kaaliumi. Kaaliumväetiste kasutamisega ei likvideerita mitte ainult selle puudus, vaid tasakaalustatakse ka taimede toitekeskkonda.

### Kokkuvõte ja järeldused

Liikva magneesiumi sisalduse määramismeetodite võrdlusanalüüsis jõuti järeldusele, et magneesiumitarbe määramiseks kasutataval ammooniumlaktaatmeetodil (AL) saadud tulemused on osaliselt võrreldavad teistel määramismeetoditel saadud tulemustega.

Põllumuldade magneesiumitarve osutus 1N KCl leotisest ja Schachtschabeli meetodil määratuna suuremaks kui AL-meetodi puhul. Schachtschabeli ja AL-meetodil määratud magneesiumisisaldused korreleerusid omavahel hästi ja olid hea usutavusega lineaarses seoses muldades, mis sisaldasid liikuvat kaltsiumi kuni 2500 mg/kg. Suurema kaltsiumisisaldusega muldades suurenes Schachtschabeli meetodi järgi magneesiumi vajavate muldade osatähtsus.

Liikva kaaliumi-magneesiumi sisalduse suhe muldades sõltub magneesiumi määramismeetodist ja mulla kaltsiumisisaldusest. AL- ja Schachtschabeli meetod ei ole välja töötatud kaltsiumirikaste muldade jaoks ja seetõttu ei ole nendel meetoditel saadud kaaliumi-magneesiumisisalduse suhe võrreldav teistel meetoditel saadud andmetega.

Põllumuldade magneesiumitarbe täpsemaks määramiseks on vaja leida meetod, mis ei sõltu mulla suurest kaltsiumisisaldusest.

### Kirjandus

- v. Boguslawski u.a. E. Ackerbau. – Frankfurt (Main), 1981, S. 427.
- Döring, H. Elf Jahrzehnte Magnesium-Düngung. – Mitteilungen der DLG, H. 44, 1974, S. 1368...1369.
- Kerschberger, M., Richter, D., Pleger, D. Ermittlung von Versorgungstufen des pflanzenverfügbaren Magnesium in Ackerböden der DDR. – Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin, 30, 4, 1986, S. 243...250.
- Kundler, P. u.a. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. – Berlin, 1989. – 452 S.
- Kurki, M. Suomen peltojen viljavuudesta III. – Helsinki, 1982, p. 181.
- Loide, V. Liikva kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisaldusest ning nende omavahelistest suhetest mullas. – APS-i Toimetised, 9, Tartu, 1999, lk. 67...70.
- Mazajeva: Мазаева М. М. О критическом содержания магния в почвах. – Агрохимия, № 10, 1967, с. 93...105.
- Methods of Soil and Plant Analysis. – Jokioinen, 1986. – 45 p.
- Прокошев jt.: Прокошев В. В., Неугодова О. В., Смирнов Ю. А., Государева З. И. Магниеые удобрения в интенсивном земледелии. – Москва, 1987. – 50 с.