

PÕLLUKULTUURIDE MAGNEESIUMIVAJADUSEST EESTI MULDADEL

V. Loide

ABSTRACT: *Magnesium requirement of field crops on Estonian soils. Comparison of the methods of determination of magnesium requirement revealed that different extractions work differently in calcium rich soils. Compared with 0.025N CaCl₂ solution, the amount of magnesium extracted by ammonium lactate solution is larger than the amount assimilated by plants on calcium rich soils, which may yield a determination result indicating magnesium deficit*

In order to obtain an objective estimate of the magnesium requirement of field soils, the magnesium contents of plants originating from different growing areas was studied. The magnesium content of cereals (winter wheat, summer wheat, barley) in the sprouting phase was to a lesser or greater extent lower than optimum level on soils with both low and high magnesium requirements as established by ammonium lactate method.

Keywords: *soil, plant, magnesium, calcium, 0.025N CaCl₂ extraction, ammonium lactate extraction.*

Sissejuhatus

Magneesium on elutähtis toiteelement nii inimestele, loomadele kui ka taimedele. Magneesiumi puudus taimede toitekeskkonnas aeglustab taimede kasvu ja vähendab ka seemnesaaki. Magneesiumväetiste positiivne mõju magneesiumivaeses toitekeskkonnas avaldub nii saagi kvantiteedis kui ka selle kvaliteedis (Mengel, 1965; Mazajeva, 1978; Salonen, 1972; Vamehanova, 1968). Kõrge produktiivsusega põllukultuuridel on kõrgendatud vajadused magneesiumi suhtes. Taimede nõrk varustus magneesiumiga kahandab teiste kasutatavate väetiste, eriti lämmastikväetiste efektiivsust (Prokušev jt, 1987; Škljajev, 1981; Peterburgski, 1957).

Kõige ülevaatlikumad andmed kogu Eesti haritava maa muldade magneesiumitarbe kohta pärinevad aastast 1974–1980. Selle järgi oli 52% meie muldadest magneesiumivaesed, kusjuures 21,5% olid magneesiumi poolest isegi väga vaesed. Enam oli magneesiumivaeseid põllumuldi Harju-, Jõgeva- ja Lääne-Virumaal, vastavalt 47,2; 37,0 ja 57,2%. Magneesiumivaeseid muldi leidub happelistel, kuid veelgi suuremal määral mitte happelistel aladel (joonis 1). Vaatamata selle toiteelemendi küllaltki laiaulatuslikule defitsiidile meie muldades, kasutatakse magneesiumi sisaldavaid väetisi (sealhulgas magneesiumi sisaldavaid lubiväetisi) tagasihoidlikult.

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.

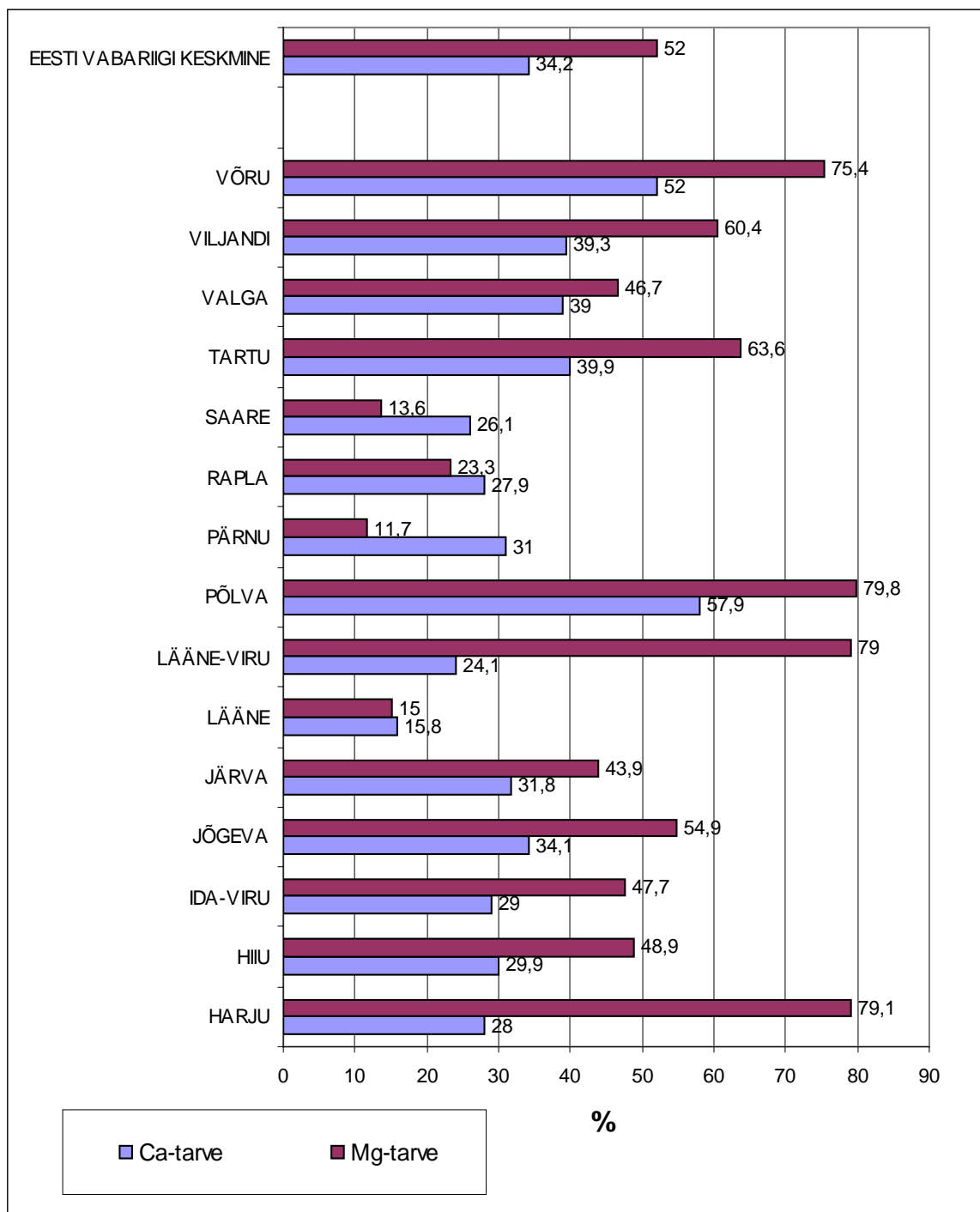
Muldade magneesiumitarbe määramismeetodite võrdlusel ilmnes, et suure kaltsiumisisaldusega muldade puhul toimivad erinevad väljatõmbelahused erinevalt. Kaltsiumirikaste muldade magneesiumitarve on osutunud erinevate määramismeetodite puhul erinevaks. Ammooniumlaktaatlahuse (AL-meetod) ja 0,025 N CaCl₂ väljatõmbest (Schahtschabeli meetod) määratud liikuva magneesiumi sisaldused on omavahel võrreldavad ainult osaliselt, s.o kaltsiumivaestel muldadel (Loide, 2001, a, b). Kaltsiumirikastel muldadel võib esineda varjatud magneesiumipuudust. Käesolevas uurimistöös püüti objektiivse hinnangu saamiseks selgitada põllumuldade magneesiumitarvet erineva magneesiumitarbega kasvukohtadest pärit taimede magneesiumisisalduse kaudu.

Võtmesõnad: muld, taim, magneesium, kaltsium, 0,025N CaCl₂-väljatõmme, ammooniumlaktaatlahus.

Materjal ja meetodika

Uurimistöö materjaliks olid tali- ja suvinisu ning odra võrsumisfaasis kogutud taimed, mis pärinesid vabariigi erinevais paigus olevailt tootmispõldudelt ja Kuusiku katsepõldudelt. Kogutud proovidest (n= 57) määrati fosfor (P), kaalium (K), kaltsium (Ca) ja magneesium (Mg) kuivtuhastrahustusemeetodil ning lämmastik (N) Kjeldahli meetodil Taimse Materjali Kontrolli Keskuses.

Mulla liikuv kaltsium ja magneesium määrati ammooniumlaktaatmeetodil (AL) Taimse Materjali Kontrolli Keskuses ja liikuv magneesium ka 0,025N CaCl₂ väljatõmbest Schahtschabeli meetodi järgi EMVI keemialaboris.

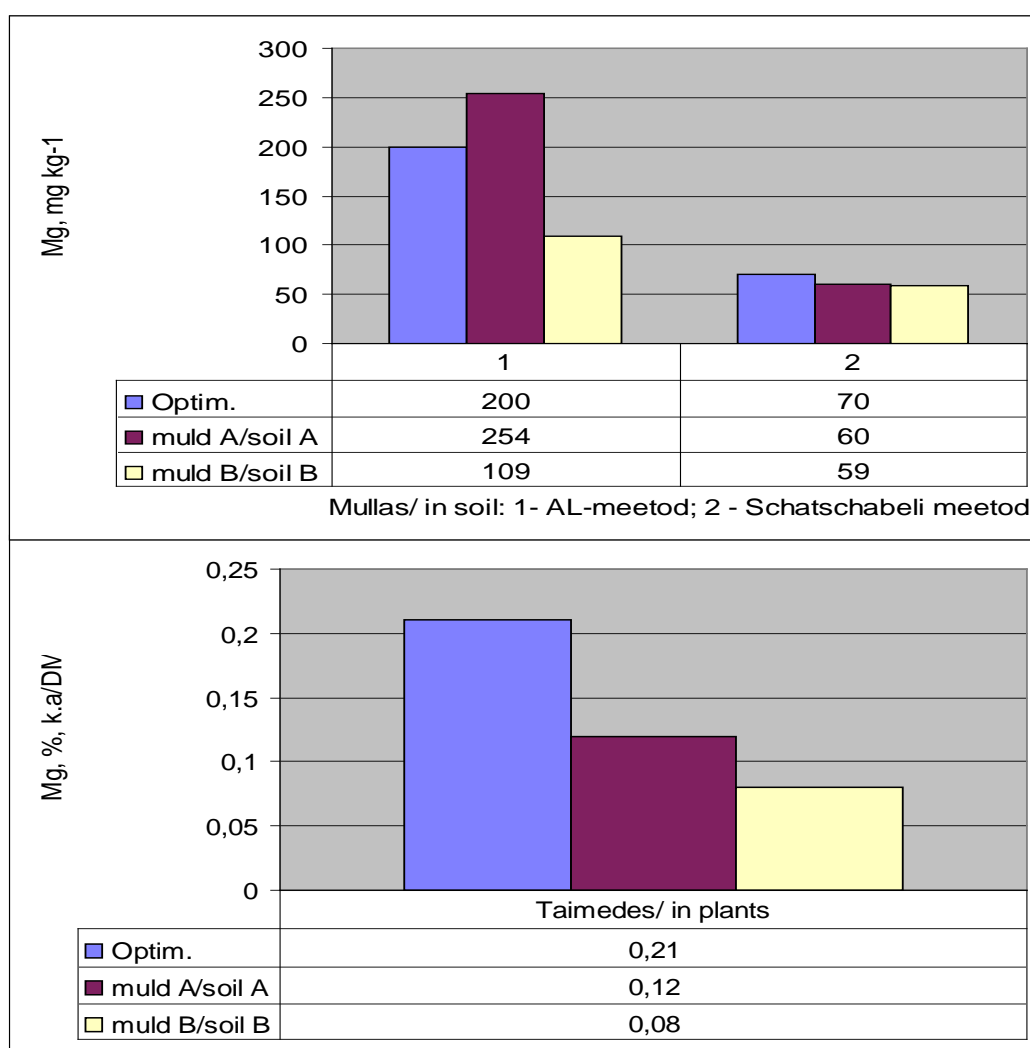


Joonis 1. Ülevaade Eesti haritava maa kaltsiumi- ja magneesiumitarbest
Figure 1. Overview of calcium and magnesium requirement of Estonian arable land

Uurimistulemused ja arutelu

Et ammooniumlaktaatlahusest magneesiumitarbe määramisel osutus segavaks teguriks mulla suur kaltsiumisisaldus, siis määramismeetodite objektiivsuse hindamiseks võrreldi magneesiumisisaldust talinisu taimedes, mis kasvasid erineva liikuva magneesiumi ja kaltsiumi sisaldusega rähksetel liivsavimuldadel. Üks muldadest oli AL-meetodil määratuna suure liikuva magneesiumi sisaldusega – 254 mg kg⁻¹, ja teine väikse sisaldusega – 109 mg kg⁻¹ (joonisel 2 vastavalt muld A ja muld B). Liikuva kaltsiumi sisaldus oli neis muldades

vastavalt 3610 ja 2570 mg kg⁻¹. Selgus, et neil muldadel kasvanud taimed kannatasid praktiliselt ühesuguse magneesiumipuuduse käes – taimed sisaldasid magneesiumi vastavalt 0,12 ja 0,08% kuivaines, mis moodustab optimaalsest tasemest vastavalt 57 ja 38%. Määrates nimetatud muldade magneesiumisisaldust aga Schahtschabeli meetodil, mille puhul on taimede jaoks mulla liikuva magneesiumi sisalduse kriitiline piir 70 mg kg⁻¹, osutasid mõlemad mullad ühtviisi magneesiumivaesteks – magneesiumisisaldus oli neis vastavalt 60 ja 59 mg kg⁻¹. Siit järeldub, et Schahtschabeli meetodi järgi hinnatud mulla magneesiumisisaldus korreleerub tugevamini taimede poolt omastatava magneesiumiga kui AL-meetodi puhul. Järelikult ekstraheerub ammoniumlaktaadiga kaltsiumirikkast mullast küll palju liikuvat magneesiumi, kuid see kõik ei ole taimede poolt alati mitmetel põhjustel omastatav. Kaltsium kui magneesiumi antagonist võib laia kaltsiumi-magneesiumi suhte (Ca/Mg) korral mullas raskendada magneesiumi kättesaadavust taimedele (Simon jt, 1979). Vaadeldavate muldade puhul oli kaltsiumirikkamas mullas Ca/Mg-suhe siiski kitsamgi kui -vaesemas, vastavalt 14:1 ja 24:1. Kaltsiumirikkamal mullal kasvanud taimedes sisaldus kaltsiumi küll mõnevõrra rohkem, kuid see ei ületanud kummagi mulla puhul optimaalset (1,5%) sisaldust. Seega ei tulene magneesiumi vähesus taimedes mitte ainult mulla suurest kaltsiumisisaldusest.



Joonis 2. Magneesiumisisaldus sõltuvalt kaltsiumisisaldusest erinevate määramismeetodite puhul mullas ja taimedes

Figure 2. Content of available magnesium depending on soil calcium content in case of different Methods of determination

Taimede normaalseks kasvuks ja arenguks on vajalik kõigi toiteelementide optimaalne sisaldus. Taimede nõrk varustatus magneesiumiga kahandab teiste kasutatavate väetiste, eriti lämmastikväetiste, efektiivsust (Prokušev jt, 1987; Škljajev, 1981; Peterburgski, 1957). G. Rinkise (1972) põldkatsete andmeil osutus fosforväetis Mg-, B- ja Cu-vaestel muldadel väheefektiivseks. Taimed vajavad magneesiumi rohkem kasvu algul ja generatiivorganite arengu ajal (Mazajeva, 1957; Tulin, 1969; Baerung, 1991). Võrsumisfaasis ilmnenu magneesiumipuudust on võimalik korvata kas pealtväetamise või juurevälise väetamise teel. Bergmanni ja Neuberti (1976) andmetel on optimaalne magneesiumisisaldus võrsumisfaasi lõpus talinisul ja odral 0,21% ning suvinisul 0,15% kuivaines. Väetistarbe määramise seisukohalt on tähtis, et väljatõmbelohusest määratav toitainete sisaldus korreleeruks ka taimedes sisalduvaga. Taimede keemilise analüüsi tulemustest (tabel 1) selgus, et nii tali- ja suvinisu kui odra taimede magneesiumisisaldus jäi võrsumisfaasi lõpus sageli alla optimaalse taseme. Eriti magneesiumivaesteks osutusid talinisu taimed rähksel liivsavimullal Läänemaal, kuigi magneesiumitarve on nendel muldadel väike. Leidub muldi, kus magneesiumisisaldus on suur nii ühe kui ka teise väljatõmbelohuse korral ja taimedeski on magneesiumisisaldus olnud seal suur. Nii leiti magneesiumirikkaid taimi toorhuumuslikult glei-saviliivmullalt, kus ka mulla liikuva magneesiumi sisaldus oli põhjavee mõjutuse tõttu käsitletavatest muldadest suurim – määratuna AL meetodil 500–800 mg kg⁻¹. Erinevalt teistest muldadest sisaldasid sellel mullal kasvanud odra orased magneesiumi optimaalsel tasemel (0,22–0,41% kuivaines).

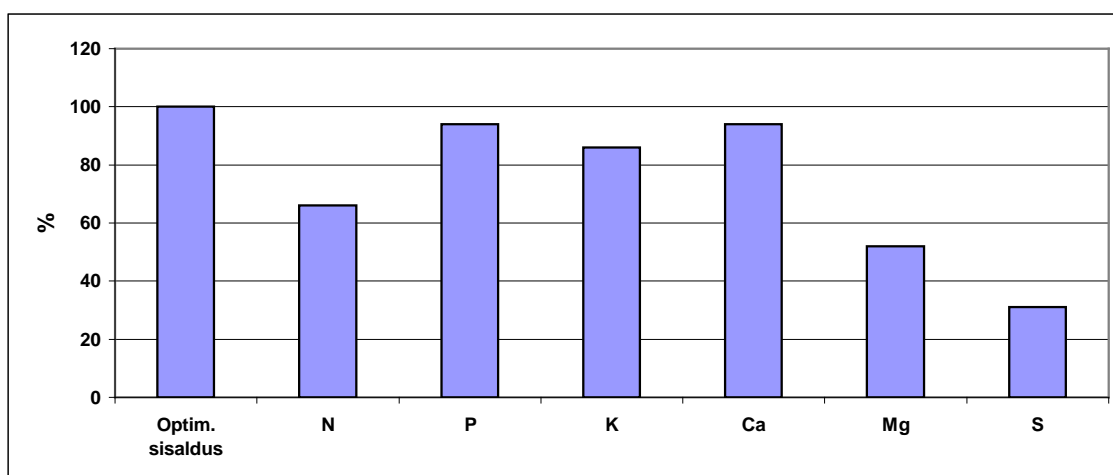
Tabel 1. Magneesiumisisaldus (%) teraviljade taimede kuivaines võrsumisfaasis
Table 1. Magnesium content (%) in the dry matter of cereals in the sprouting phase

Maakond	Muld ja lõimis	Teravili	n	Aritmeetiline keskmine	Absoluutsed kõikumised
Harju	rähkmuld, ls	Talinisu	3	0,130	0,12...0,15
Järva	leostunud leetmuld, ls	– " –	4	0,133	0,11...0,18
Läänemaa	rähkmuld, ls	– " –	6	0,085	0,06...0,12
Rapla	rähkmuld, ls	– " –	10	0,117	0,08...0,19
– " –	kamar gleimuld, s	– " –	7	0,130	0,09...0,23
Viljandi	leetmuld, ls	– " –	9	0,133	0,09...0,17
Lääne-Virumaa	rähkmuld, ls	– " –	8	0,108	0,07...0,12
Rapla	toorhuum. gleimuld, sl	Suvinisu	2	0,280	0,27...0,29
– " –	rähkmuld, ls	– " –	2	0,145	0,14...0,15
– " –	rähkmuld, ls	Oder	3	0,140	0,12...0,16
– " –	gleimuld, sl	– " –	2	0,315	0,22...0,41
– " –	gleimuld, s	– " –	5	0,132	0,10...0,16

Kui tootmispõldudel kogutud talinisu orase proovide makrotoiteelementide sisalduste keskmiste järgi võib taimede varustatust kaaliumi, fosfori ja kaltsiumiga hinnata rahuldavaks kuni heaks, siis väävel ja magneesium olid suurimas defitsiidis, mille sisaldus taimedes moodustas elementide optimaalsest tasemest (100%) vastavalt 31 ja 52% (joonis 3). Väävli ja magneesiumi suurem puudujääk võrreldes fosfori ja kaaliumiga on seletatav sellega, et praktikas kasutatavate väetiste koostisest nimetatud elemendid valdavalt puuduvad.

Seega selgub uurimustulemustest, et põllukultuuride magneesiumivajadus võib osutada veelgi suuremaks, kui seda on seni hinnatud. Magneesiumitarbe määramiseks kasutatavast ammooniumlaktaatlahusest ja 0,025N CaCl₂ väljatõmbest saadud tulemused erinevad eriti rähkmuldade puhul. Ammooniumlaktaatlahusest määratud magneesium koosneb suuremal või vähemal määral ka taimede poolt omastamatust magneesiumist. Seda kinnitab Läänemaalt pärit taimede samasugune või veelgi suurem magneesiumi defitsiit kui suure magneesiumitarbega Lääne-Viru maakonna rähkmuldadel kasvanud taimedes. Läänemaa põllumullad paiknevad magneesiumkarbonaati sisaldaval dolomiitsel lubjakivil ja AL-meetodi järgi hinnatakse seal magneesiumitarvet väikeseks. Lääne-Virumaa muldade lähtekivimiks on magneesiumi poolest vaene lubjakivi, mistõttu on ka magneesiumitarve suur. Seega oli seal taimede väike magneesiumisisaldus oodatud.

Käesolevas töös selgitati teraviljade varustatust magneesiumiga. Magneesiumitarbe täpsustamiseks on vaja edaspidi koguda andmeid ka teiste kultuuride magneesiumisisalduse kohta taimedes. Samuti on vaja leida magneesiumitarbe määramiseks sobivam väljatõmbelohus, mis võimaldaks saada mõnevõrra objektiivsemaid andmeid ka lubjarikaste muldade kohta. Selle uurimistöega on juba ka alustatud.



Joonis 3. Makrotoitelementide suhteline sisaldus talinisu taimede kuivaines võrsumisfaasi lõpus tootmispõldudel (2001. a)

Figure 3. Relative content of macronutrients in winter wheat plants on production fields at the end of shooting phase (2001 year)

Kokkuvõte

Käesolevas uuristöös leiti järgmist.

1. Teraviljade (talinisu, suvinisu, oder) taimede magneesiumisisaldus võrsumisfaasis oli vähemal või suuremal määral väiksem normaalseks kasvuks ja arenguks vajalikust tasemest ning seda ammooniumlaktaatmeetodil määratud nii väikese kui ka suure magneesiumitarbega muldade korral. Magneesiumiga hästi olid varustatud odra võrsumisfaasi taimed toorhuumuslikul glei-saviliivmullal, kus mulla liikuva magneesiumi sisaldus oli põhjavee mõjutuse tõttu suurem.
2. Leidub muldi, kus esineb magneesiumipuudust taimedes AL-meetodil määratuna ka suure magneesiumisisalduse korral, millest järeldub, et ammooniumlaktaatlahusesse, mis on suhteliselt tugev lahus, ekstraheerub magneesiumi, mis on taimede poolt väheomastatav. Seega tuleks püüda leida väetistarbe määramiseks väljatõmbelohus, mille tulemuste järgi oleks paremini prognoositav taimede magneesiumivajadus.

Kirjandus

- Baerung, R. Bladgjødsling med magnesium til ulike vekster. – Norsk Landbruksforsk. 5, 1, P. 77–82, 1991.
- Bergmann, W., Neubert, P. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. Jena, 1976. – S. 688.
- Loide, V. Liikuva magneesiumi sisaldusest ning kaaliumi ja magneesiumi suhtest Eesti põllumuldades. – Agraarteadus, nr 1, lk 51–55, 2001a.
- Loide, V. Magneesiumitarbest Eesti põllumuldades. – Agraarteadus, nr 3, lk 182–188, 2001b.
- Mazajeva: Мазаева М. М. Магниевое питание растений и применение магниесодержащих удобрений. – Бюллетень ВИУА, н. 39, с. 5–9, 1978.
- Mengel, K. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. – Zweite Aufgabe. Jena, 1965. – 378 S.
- Peterburski: Петербургский А. В. Корневое питание растений. – Москва, 1957. – 169 с.
- Prokošev jt: Прокошев В. В., Неугодова О. В., Смирнов Ю. А., Государева З. И. Магниевое удобрения в интенсивном земледелии. – Москва, 1987. – 50 с.
- Rinkis: Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений. – Рига, 1972. – 355 с.
- Salonen, M. Envidig konstgødsling kan vålla magnesiumbrist. – Lantmän och Andelsfolk., 53, 11, 503, 1972.
- Simon, C. et al. Effect of varying Ca:Mg ratios on yield and composition of corn (*Zea mays*) and alfalfa (*Medicago sativa*). Communic. in Soil Sc. Plant Analysis, 10, 1/2, p. 153–162, 1979.
- Škljajev 1981: Шкляев Ю. Н. Магний в жизни растений. – Москва, Наука, 1981. – 96 с.

- Tulin: Тулин С. А. О сроках внесения магния под рожь на дерново-слабоподзолистых песчаных почвах Бранской области. – Бюллетень ВИУА, н. 39, с. 30–35, 1969.
- Vamehanova: Вамеханова Г. Ж. О физиологической роли магния в растениях. – Агрохимия, н. 12, с. 121–129, 1968.

Uurimistöö on tehtud haridus- ja põllumajandusministeeriumi toetusel.

Magnesium Requirement of Field Crops on Estonian Soils

V. Loide

Summary

One of the characteristics of Estonian field soils is their state of calcium, which varies from alkaline acid reaction, depending on initial material, and has an effect on assimilation of nutrients by plants. The content of nutrients, needed by plants, and hence the content of available magnesium, calcium, and potassium in the soil depends on the variety and on the distribution of rocks and their weathering products. According to an overview of the magnesium requirements of the soils of Estonian fields, 52% of the soils showed magnesium deficiency, while for 21.5% of soils the deficiency was even severe. There were more magnesium poor soils in Harju-, Jõgeva- and Lääne-Virumaa, 47.2; 37.0 and 57.2%, accordingly. Magnesium poor soils are also found in acid areas, but to a greater extent in non-acid areas (Figure 1).

Comparison of the methods of determining the magnesium requirement of soils revealed that different extractions react differently in calcium rich soils. The magnesium requirement of calcium rich soils has been found to be different using different extracts. The amounts of available magnesium extracted with the use of ammonium lactate (AL-method) and 0.025N CaCl₂ (Schahtschabel's method) extractions are only partly comparable – on soils with calcium deficiency (Loide, 2001, a, b). Concealed magnesium deficiency may occur on calcium rich soils. In order to obtain objective estimates, the current paper focuses on the establishment of the magnesium requirement of field soils by determining the magnesium content of plants originating from different growing areas with different magnesium and calcium contents. Although cereals require relatively little magnesium, winter wheat is still one of the crops requiring the largest amount of nutrients including magnesium. It is also one of the crops for which the optimum content of most nutrients has been established as a result of active research. According to Bergmann and Neubert (1976), optimum magnesium content for winter wheat in the sprouting phase is 0.21%–0.40%, for barley 0.21%, and for summer wheat 0.15% in dry matter. Proceeding from this, to determine the magnesium content of plants, the main part of this research was carried out on winter wheat, to a lesser extent on summer wheat and barley.

The results obtained by AL-method revealed that the degree of magnesium deficiency of plants growing on soils with higher content of available calcium and magnesium is similar to that of plants growing on soils with lower magnesium and calcium content (Figure 2). By Schahtschabel method, both soils were characterized by magnesium deficiency. Hence, ammonium lactate solution extracts a large amount of available magnesium on calcium rich soils, but the amount can not always be assimilated by plants.

Chemical analysis of plants (Table 1) revealed a lower than optimum level of magnesium for winter and summer wheat as well as for barley in the sprouting phase. When the average content of macronutrient elements in the samples of winter wheat and barley, collected from production fields, showed moderate or adequate supplies of potassium, phosphorus, and calcium in plants, then sulphur and magnesium deficiencies were the highest, accounting for 31% and 52% of the optimum level (100%) of these elements, accordingly (Figure 3).

Summing up the results of the research, it was found that cereals suffer from magnesium deficiency in the sprouting phase. There are magnesium rich soils for which magnesium deficiency was established by AL-method. It shows that ammonium lactate solution, being a relatively strong solution, extracts also magnesium not assimilated by plants. Therefore, it is necessary to find an extraction indicating fertilizer requirement, which would facilitate prognostication of the magnesium requirement of plants.