

**BODEMKUNDIGE DIENST
VAN BELGIE (*).**

**VERBAND TUSSEN MAGNESIUMGEBREK
BIJ DE GEWASSEN EN DE SCHEIKUNDIGE
TOESTAND VAN DE GROND.**

door

D. STENUIT, Directeur

R. PIOT, Assistent

(*) Gesubsidieerd door het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw. (I.W.O.N.L.).

**BODEMKUNDIGE DIENST
VAN BELGIE (*).**

**VERBAND TUSSEN MAGNESIUMGEBREK
BIJ DE GEWASSEN EN DE SCHEIKUNDIGE
TOESTAND VAN DE GROND.**

door

D. STENUIT, Directeur

R. PIOT, Assistent

(*) Gesubsidieerd door het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw. (I.W.O.N.L.).

Sedert 1951 werd door de Bodemkundige Dienst van België systematisch opzoekingswerk op gebied van magnesium verricht. Dit kon doorgaan dank zij de steun van het I.W.O.N.L. Over deze opzoekingen verschenen reeds talrijke publicaties. De uitslagen in dit artikel aangehaald hebben enkel betrekking op de periode sedert 1957 en zijn daarenboven nog onvolledig.

Voor dit artikel steunen we ons op de gegevens bekomen dank zij :

1. Ontledingen uitgevoerd op 200 grondstalen afkomstig van evenveel havervelden uit de zandstreek van Vlaanderen en de Kempen.
2. Ontledingen uitgevoerd op 128 grondstalen afkomstig van 64 intensieve fruitaanplantingen (appel) uit de zandstreek.
3. Ontledingen uitgevoerd op 41 grondstalen afkomstig van een dito aantal tabakvelden uit de streek van de Semois.
4. 113 magnesiumproefvelden verspreid over de jaren 1957, 1958 en 1959.
5. Een aantal potproeven.



POTPROEVEN.

Bodemkundige Dienst van België te Heverlee.

Er valt hierbij op te merken dat de stalen vermeld onder nrs 1, 2 en 3 genomen werden op percelen waarvan wij tevens inlichtingen bezitten over : grondsoort, waterhuishouding, structuur, bemesting, vegetatie, stand der gewassen en voornamelijk ook over de graad van gebeurlijk optreden van magnesiumgebreksverschijnselen. De percelen werden zó opgezocht dat op ruim de helft van de gevallen duidelijk magnesiumgebrek voorkomt. Dit laatste wordt verder in dit artikel aangegeven door de zogenaamde index der magnesiumgebreksverschijnselen t.t.z. een cijfer gaande van 0 tot 5, waarbij 0 betekent zonder magnesiumgebreksverschijnselen en 5 het maximum aan magnesiumgebreksverschijnselen voorstelt. De cijfers tussen 0 en 5 vertegenwoordigen de overgang van geen tot sterk magnesiumgebrek.

In dit overzicht zullen we ons beperken tot de bespreking van een aantal factoren die het optreden van magnesiumgebrek bepalen en beïnvloeden.

1. Verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en voorkomen van magnesiumgebrek.

A. Bij haver op zandgrond.

In de periode tussen 1 en 10 mei werden in 1957 op 200 haverelden uit de Belgische zandstreek grondstalen genomen. Van ieder veld werd naast andere inlichtingen ook de index der magnesiumgebreksverschijnselen genoteerd.

Op deze grondstalen werden een aantal ontledingen uitgevoerd waartussen de magnesiumbepaling volgens drie verschillende methoden nl.

1. De biologische *Aspergillus* methode.
2. De colorimetrische bepaling op het natriumacetaatextract van de grond.
3. De vlamfotometrische bepaling eveneens op het natriumacetaatextract van de grond.

Wij onthouden er ons van hier al deze ontledingsuitslagen aan te geven en beperken ons tot de besluiten van deze studie.

Er bestaat een duidelijke correlatie tussen het magnesiumgehalte van deze zandgronden en het voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen en dit voor elk van de drie methoden. De correlatiecoëfficiënten bedragen — 0,57 voor de vlamfotometrische methode, — 0,54 voor de *Aspergillus Niger* methode en — 0,39 voor de colorimetrische methode. De negatieve coëfficiënten wijzen er op, dat, bij een lager magnesiumgehalte van de grond, de magnesiumgebreksverschijnselen op de planten sterker optreden. Anderzijds geven deze correlatiecoëfficiënten ook aan dat het al

dan niet voorkomen van de gebreksverschijnselen op de planten niet alleen bepaald wordt door het magnesiumgehalte van de grond, maar dat er nog andere factoren zijn die hierop invloed hebben.

Een andere uitdrukking voor de correlatie tussen het magnesiumgehalte van de grond en de magnesiumgebreksverschijnselen bij haver vinden we in tabel 1. Hierin bemerken we dat het gemiddeld magnesiumgehalte van een groot aantal velden daalt naarmate er meer magnesiumgebreksverschijnselen voorkomen.

TABEL 1.

Gemiddeld magnesiumgehalte van de grond voor de verschillende graden van magnesiumgebreksverschijnselen bij haver op zandgronden.		
Index der magnesiumgebreksverschijnselen	Aantal velden	Gemiddeld magnesiumgehalte volgens de vlamfotometrische bepaling op het natriumacetaatextract van de grond mg MgO/100 g grond
0	81	5,7
1	34	4,7
2	17	3,6
3	23	3,1
4	28	2,2
5	26	1,5

Naast het feit dat de vlamfotometrische magnesiumbepaling de beste correlatie geeft komt nog dat de ontledingsfout bij deze methode gemiddeld slechts 1,12 % bedraagt tegenover 2,64 % voor de colorimetrische bepaling en 4,57 % voor de *Aspergillus Niger* methode.

Op gebied van betrouwbaarheid lijkt de vlamfotometrische magnesiumbepaling dan ook meest aangewezen voor praktijkonderzoek.

Sedert 1958 werd evenwel een ander extraktiemiddel genomen, namelijk het AL extract (ammoniumacetaat + lactaat van Egnér - Riehm). De magnesiumcijfers hierna in dit artikel aangehaald werden steeds vlamfotometrisch op het AL extract bepaald.

Met het oog op het bekomen van aanduidingen voor praktijkadviesing zullen we de gegevens voor de vlamfotometrische Mg bepaling op het AL extract nog even verder ontleden. Hiertoe verwijzen we naar tabel 2.

TABEL 2.

Verband tussen het vlamfotometrisch bepaald magnesiumgehalte op het AL extract van de grond en de magnesiumgebreksverschijnselen bij haver op zandgrond.

mg Mg per 100 g grond	Gemiddelde index der Mg gebreksverschijnselen	Aantal gevallen	% gronden met geen of lichte verschijnselen (index 0, 1, 2)	% gronden met matige tot sterke verschijnselen (index 3, 4, 5)
< 2	3,15	64	26,6	73,4
2 — 4	1,73	88	68,2	31,8
4 — 6	0,47	39	97,4	2,6
> 6	0,12	17	100,0	0

Ten behoeve van het praktijkonderzoek op de Belgische zandgronden zouden we hieruit het volgende kunnen afleiden voor de vlamfotometrische magnesiumbepaling op het AL extract van zandgronden :

- 1) Bij een Mg-gehalte < 2 mg/100 g grond mogen we ernstige magnesiumgebreksverschijnselen op haver verwachten.
- 2) Bij een Mg-gehalte > 4 mg/100 g grond is praktisch geen magnesiumgebrek bij haver te vrezen.
- 3) Bij een Mg-gehalte gelegen tussen 2 en 4 mg Mg/100 g grond kunnen op de haver al dan niet magnesiumgebreksverschijnselen optreden. Dit hangt af van een aantal andere factoren, waarover verder in dit artikel meer uitleg.

B. *Bij intensieve appelaanplantingen op zandgrond.*

Dit onderzoek gebeurde in dezelfde zin als voor de haver. In tabel 3 wordt het verband aangegeven tussen het magnesiumgehalte van de grond en het voorkomen van magnesiumgebrek bij appelbomen.

Uit deze gegevens blijkt dat op zandgronden met een Mg gehalte < 4, met betrekkelijk grote zekerheid uitgesproken magnesiumgebrek op de appelbomen valt te verwachten.

Bij een magnesiumgehalte van > 4 mg per 100 g grond komt nog een betrekkelijk hoog % van gevallen voor met uitgesproken magnesiumgebrek (zelfs bij magnesiumgehalten van meer dan 12). Dit bewijst dat er hiervoor nog andere factoren van belang zijn, zoals verder wordt behandeld.

TABEL 3.

Verband tussen het magnesiumgehalte van zandgrond en het voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen bij intensieve appelaanplantingen.				
mg Mg per 100 g grond op AL extrakt	Gemiddelde index der Mg gebreksverschijnselen	Aantal gevallen	% gronden met geen of lichte verschijnselen (index 0, 1, 2)	% matige tot sterke verschijnselen (index 3, 4, 5)
< 4	4,25	8	12,5	87,5
4 — 8	1,7	20	75,0	25,0
8 — 12	1,2	18	89,0	11,0
> 12	0,9	12	91,7	8,3

C. *Bij haver en suikerbeten op leemgrond.*

Daar op leemgronden magnesiumgebreksverschijnselen bij haver in mindere mate en ook minder uitgesproken voorkomen dan op zand en anderzijds bij beten de verschijnselen door vergelingsziekte teweeggebracht verwarring kunnen veroorzaken, hebben wij ons voor deze grondsoort uitsluitend gesteund op proefvelduitslagen. Op deze proefvelden werd de invloed op de opbrengst nagegaan van een magnesiumbemesting tegen 100 kg MgO/ha voor de haver en 200 kg MgO/ha voor de suikerbeten. De uitslagen hiervan werden samengevat in de tabellen 4 en 5.

TABEL 4.

Verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en de invloed van een magnesiumsulfaatbemesting tegen 100 kg MgO/ha op de haveropbrengst op leemgrond.		
mg Mg per 100 g grond in het AL extrakt	aantal proefvelden	relatieve graanopbrengst met een magnesiumbemesting bekomen onbehandeld = 100
< 5	3	97,9
5 — 10	8	99,2
10 — 15	3	101,8
> 15	4	101,9

Een magnesiumbemesting schijnt bij haver op leemgrond (*) weinig uitwerking te hebben op de opbrengst, dit in tegenstelling met de zandgronden waar op de magnesiumarmste proefvelden opbrengstverhogingen gaande tot 70 % werden genoteerd.

We hebben echter in de leemstreek geen werkelijk magnesiumarme gronden. De armste van onze proefvelden hadden nog een Mg gehalte van 4 mg/100 g grond of meer. Geen enkel van de opbrengstverschillen tussen onbehandelde en met magnesium bemeste perceeltjes (haver - leem) kon met de nodige wiskundige zekerheid bevestigd worden. Niettemin leek het ons eigenaardig dat gemiddeld juist de gronden met het laagste magnesiumgehalte het minst gunstig reageren op een magnesiumbemesting en omgekeerd. Hiervoor is verder in dit artikel bij de bespreking van de Ca/Mg verhouding de verklaring te vinden.

TABEL 5.

Verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en de invloed van een magnesiumsulfaatbemesting tegen 200 kg MgO/ha op de suikerbetenopbrengst op leemgrond.		
mg Mg per 100 g grond in het AL extract	Aantal proefvelden	relatieve wortelopbrengst met een magnesiumbemesting bekomen onbehandeld = 100
< 5	0	—
5 — 10	21	102,2
> 10	18	104,2

De uitslagen van de betenproefvelden verliepen ongeveer in dezelfde aard als deze van de haverproefvelden op leemgrond t.t.z. op de gronden met de laagste magnesiumgehalten werd ook gemiddeld de geringste invloed van een magnesiumbemesting op de opbrengst genoteerd. De uitleg hiervoor wordt verder aangegeven bij de bespreking van de verhouding Ca/Mg.

D. Bij tabak in de vallei van de Semois.

Dit onderzoek gebeurde in dezelfde zin als voor de haver en de intensieve appelaanplantingen beschreven onder A en B van dit artikel.

(*) Door leemgrond verstaan we de landbouwgronden van Midden België gelegen en ontwikkeld op löss.

Het was ons opgevallen hoe op talrijke tabakvelden sterk uitgesproken verschijnselen van magnesiumgebrek te vinden waren. Ook hier bestaat er een duidelijk verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en het optreden van magnesiumgebrek bij de tabakplanten (zie tabel 6).

TABEL 6.

Verband tussen het magnesiumgehalte van de grond en het optreden van magnesiumgebrek bij tabak in de streek van de Semois.		
Mg gehalte in mg/100 g grond	gemiddelde index der magnesiumgebreksverschijnselen	Aantal velden
< 3	2,6	22
3 — 5	0,9	10
> 5	0,1	9

We mogen hier dus wel besluiten dat onder 3 mg Mg per 100 g grond groot gevaar bestaat voor magnesiumgebrek. Boven de 5 mg daarentegen komt in deze streek praktisch geen magnesiumgebrek meer voor.

2. Verband tussen de pH van de grond en het voorkomen van magnesiumgebrek.

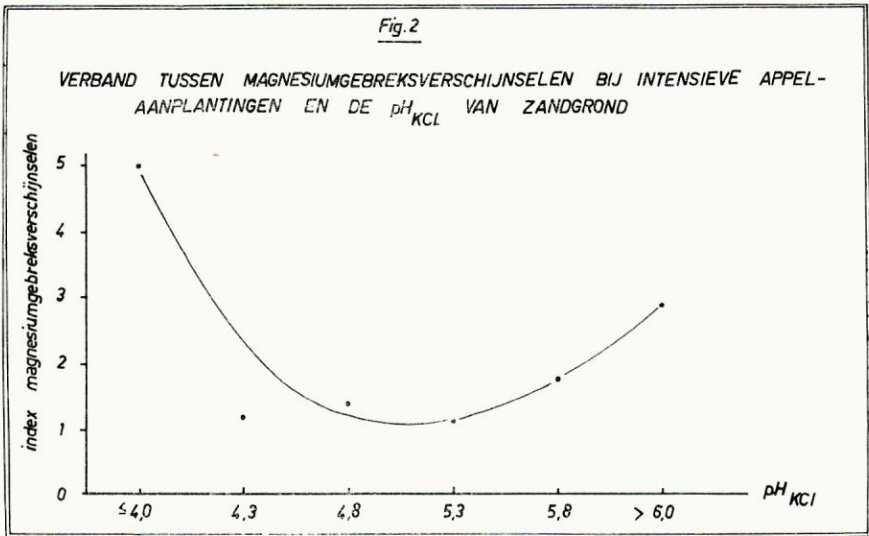
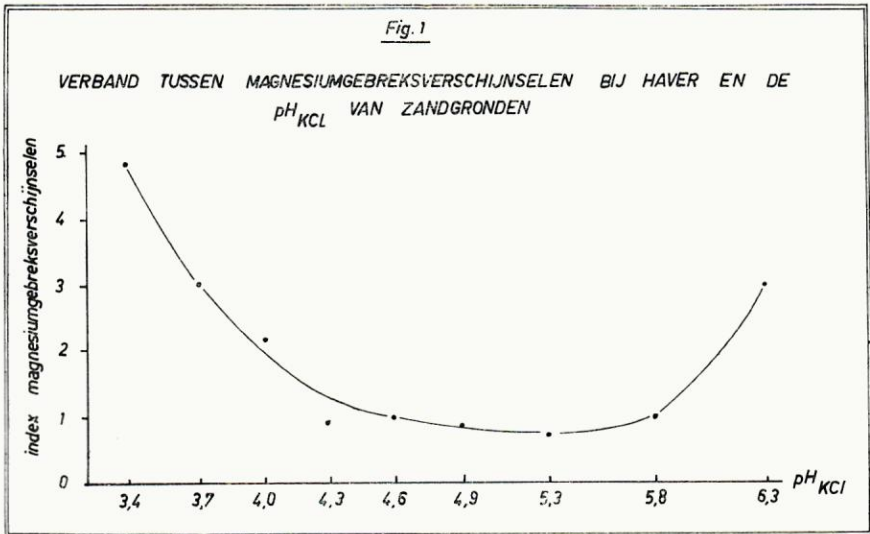
In fig. 1 en 2 wordt het verband aangegeven tussen de pH van zandgrond en het voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen respectievelijk bij haver en bij intensieve appelaanplantingen.

Hieruit valt af te leiden dat magnesiumgebrek sterkst optreedt in twee verschillende pH zones nl.

- 1) in sterk zuur midden
- 2) bij hoge pH.

Bij haver op de Belgische zandgronden is de sterk zure zone thans nog veruit de belangrijkste. Bij intensieve fruitaanplantingen daarentegen vinden we ook veel gevallen van magnesiumgebrek in de zone van hoge pH.

De ondervinding heeft ons geleerd dat het verband tussen pH en magnesiumgebrek bij gewassen op leemgrond hetzelfde verloopt als op zandgrond. Dus meest magnesiumgebrek op sterk zure en op hoge pH met in de praktijk het accent op hoge pH, daar sterk zure leemgronden zelden voorkomen.

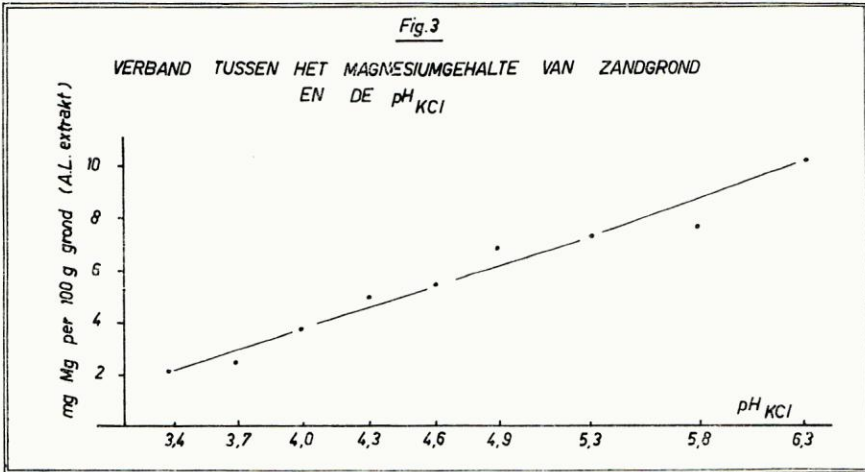


Oorzaken van sterker magnesiumgebrek in bepaalde pH zones.

Dit hebben we speciaal willen onderzoeken daar de kennis ervan aanduidingen kon geven in verband met de bemestingsadviesgeving voor de praktijk.

a) Oorzaken van het veelvuldig optreden van magnesium in sterk zuur midden.

1. Het rechtstreeks verband dat er bestaat tussen de pH van de grond en de magnesiumrijkdom van de grond. Een lagere pH komt gemiddeld overeen met een geringer magnesiumgehalte van de grond, dus ook gemakkelijker magnesiumgebrek (zie fig. 3).



Dit is evenwel niet de enige oorzaak, want bij eenzelfde magnesiumgehalte zal magnesiumgebrek veel sterker tot uiting komen bij zeer lage pH (zie tabel 7).

TABEL 7.

Intensiteit der magnesiumgebreksverschijnselen op haver bij eenzelfde magnesiumgehalte van de grond, doch bij verschillende pH-toestanden.

Mg in mg/100 g grond	Gemiddelde index der gebreksverschijnselen bij $pH_{KCl} < 4,2$	Gemiddelde index der gebreksverschijnselen bij $pH_{KCl} 4,2$ tot 6,0
2 tot 3	2,85	1,92
3 tot 4	1,47	1,35
4 tot 5	1,73	0,77

2. In de literatuur verklaart men het sterker optreden van magnesiumgebrek bij zeer lage pH o.a. ook door de antagonistische werking van H^+ ten opzichte van Mg^{++} .

Bij een potkultuur op haver in gezuiverd zand en met 4 verschillende pH-trappen, gelegen tussen pH 3 en pH 6, hebben wij hiervan evenwel niets kunnen merken zoals aangegeven in tabel 8.

TABEL 8.

Magnesiumopname en groei van haver bij verschillende pH-trappen in potkultuur met gezuiverd wit zand van Mol.				
pH van de voedingsoplossing	opbrengst van het gewas aan vers materiaal in gram	opbrengst aan droge stof in gram	MgO gehalte van de droge stof in mg/100 g	totale MgO opname in mg
3	483	72,9	911	664
4	522	71,6	929	664
5	480	69,3	832	577
6	510	73,0	887	648

3. Een gevoelige toename van het mangaangehalte in de grond veroorzaakt een daling van het magnesiumgehalte in de planten. Dit werd o.a. vastgesteld bij een potproef met mergkolen op zure zandgrond (zie tabel 9).

TABEL 9.

Behandeling	scheikundige samenstelling in mg/100 g. D.S.			
	K_2O	CaO	MgO	MnO
onbehandeld	2400	235	240	21
met mangaansulfaat	3200	195	72	177

Naarmate de pH van de grond daalt neemt het gehalte opneembaar Mn^{++} in de grond toe, zodat hierdoor ook gemakkelijker magnesiumgebrek zal optreden.

b) *Oorzaken van het veelvuldig optreden van magnesiumgebrek bij hoge pH van de grond.*

Het feit dat bij hoge pH ook meer magnesiumgebrek optreedt is in hoofdzaak te wijten aan het antagonisme van Ca^{++} tegenover Mg^{++} .

Het bestaan van dit antagonisme wordt duidelijk aangegeven door de tabellen 10 en 11 die betrekking hebben op de uitslagen van respectievelijk een potproef met mergkolen en een proefveld op haver.

TABEL 10.

Invloed van een kali- en een magnesiumbemesting op de scheikundige samenstelling van mergkolen. Potproef met zure zandgrond.			
Behandeling	scheikundige samenstelling van het gewas in mg per 100 g droge stof		
	K_2O	CaO	MgO
0 Ca 0 K 0 Mg	2567	188	148
0 Ca 1 K 0 Mg	3791	156	93
0 Ca 0 K 1 Mg	2404	51	537

TABEL 11.

Invloed van Ca en Mg bemestingen op de scheikundige samenstelling van haver. Proefveld op zandgrond.			
Behandeling	scheikundige samenstelling van de planten in mg/100 g droge stof		
	MgO	CaO	
onbehandeld	75	810	
kalkbemesting	60	840	
kalk + magnesiumsulfaat	110	685	

Uit de gegevens van tabellen 10 en 11 blijkt dat een calciumbemesting een daling van het magnesiumgehalte in de planten voor gevolg heeft en omgekeerd.

Als gevolg van het bestaan van dit antagonisme Ca-Mg kan magnesiumgebrek optreden niettegenstaande het magnesiumgehalte van de grond op zichzelf genomen gunstig schijnt. Het is voldoende dat de grond in evenredigheid rijk is aan calcium. Vandaar het belang van de verhouding Ca/Mg op kalkrijke gronden.

Veel van onze Belgische leemgronden werden gedurende de laatste 100 j herhaalde malen sterk bekalkt met magnesiumarme kalksoorten. Dit veroorzaakte zeer hoge Ca/Mg verhoudingen op sommige gronden met hoge pH-toestand.

Het verband tussen de verhouding Ca/Mg van de grond en de invloed op de opbrengst van een magnesiumbemesting voor beten op leemgrond staat aangegeven in tabel 12.

TABEL 12.

Verband tussen de Ca/Mg verhouding van leemgronden en de invloed van een magnesiumbemesting (200 kg MgO) op de opbrengst van suikerbeten.			
Verhouding Ca/Mg	relatieve opbrengst aan betenwortels door magnesiumbemesting onbehandeld = 100	Aantal proefvelden	aantal proefvelden met wiskundig betrouwbare opbrengstverschillen voor P = 0,05
< 20	100,4	7	0
20 — 30	101,9	16	0
30 — 50	101,6	10	1
> 50	108,1	8	4

Uit de gegevens van tabel 12 mogen we afleiden dat op leemgrond voor beten vanaf een Ca/Mg > 40 een magnesiumbemesting ten eerste wenselijk is.

3. Invloed van het kaligehalte van de grond en de kalibemesting op de magnesiumbehoefte van de gewassen.

Het bestaan van het antagonisme kalium-magnesium wordt algemeen aanvaard. In de gegevens van tabel 10 van dit artikel vinden we hiervoor eveneens een bewijs. Vandaar dan ook het belang van de verhouding K/Mg in de grond.

Wij mogen evenwel niet uit het oog verliezen dat de verhoudingen K/Mg en Ca/Mg in de praktijk slechts van enige werkelijke betekenis zijn van zodra men betrekkelijk ruime grenzen overschrijdt.

Bij eenzelfde magnesiumniveau werd geen verband gevonden tussen de K/Mg verhouding van de Belgische zandgronden en het voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen op haver. Dit kan worden nagegaan in tabel 13. Dit is te verklaren doordat praktisch geen enkele van de landbouwgronden in de zandstreek uitgesproken rijk is aan kali.

TABEL 13.

Verband tussen de K/Mg verhouding in zandgrond en het voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen bij haver. Zulks bij eenzelfde magnesiumniveau.

Magnesiumgehalte	index der magnesiumgebreksverschijnselen	
	bij K/Mg < 5	bij K/Mg > 5
2 — 3	2,63	2,13
3 — 4	0,85	1

Anders is het gesteld in de intensieve fruitaanplantingen, zoals kan nagegaan worden in de gegevens van tabel 14.

TABEL 14.

Invloed van de kali/magnesiumverhouding op het optreden van magnesiumgebreksverschijnselen bij intensieve appelaanplantingen op zandgrond. Dit bij eenzelfde magnesiumtoestand van de grond.

Magnesiumgehalte	index der magnesiumgebreksverschijnselen		
	bij K_2O/MgO < 1,5	bij K_2O/MgO 1,5 - 3	bij K_2O/MgO > 3
5 - 10 mg/100 g grond	0,625	1,07	3,45
10 - 15 mg/100 g grond	0,57	1,62	4,00

Bij appelaanplantingen op zandgrond kwam bij een kalium/magnesiumverhouding > 3 dus duidelijk sterker magnesiumgebrek voor dan bij een lage verhouding. Deze verhouding moet in de praktijk dan ook alleszins beneden de 3 blijven.

In tabel 15 zijn de uitslagen vermeld van een meerjarige proef met stijgende kalibemestingen in intensieve appelaanplantingen op zandgrond. De kalibemesting der verschillende objecten werd elk jaar terug herhaald. Na het tweede proefjaar kwamen nog op geen enkel object magnesiumgebreksverschijnselen voor, dit niettegenstaande de hoogste dosis kali tot 1.600 kg K_2O per ha en per jaar opliep. Gedurende het derde proefjaar trad wel magnesiumgebrek op. Het verloop ervan staat eveneens in tabel 15 vermeld.

TABEL 15.

Voorkomen van magnesiumgebreksverschijnselen op appelboompjes bij verschillende kalitrappen. De toestand werd opgenomen gedurende het derde proefjaar.

Objekt = jaarlijkse kalibemesting	Ontledingsuitslagen (bepalingen uitgevoerd op het AL-extrakt van de grond)			Gemiddelde index der magnesiumgebreksverschijnselen
	K	Mg	K/Mg	
0 K ₂ O	4,5	4,6	0,98	1
100 kg K ₂ O/ha	6,2	4,5	1,38	1,8
200 kg K ₂ O/ha	6,2	4,1	1,51	1,8
400 kg K ₂ O/ha	9,2	4,2	2,19	2,1
800 kg K ₂ O/ha	14,0	4,4	3,18	3,2
1.600 kg K ₂ O/ha	27,0	3,7	7,30	3,6

Ook hier hadden we bij een verhouding K/Mg > 3 met ernstig magnesiumgebrek te doen.

Tijdens de jaren 1959 en 1960 werden een groot aantal magnesiumproefvelden aangelegd op vlas en op weiland. Daar deze proeven nog niet beëindigd zijn is het voorbarig hiervan reeds uitslagen mede te delen.