

633.13:632.161:631.811.6

BIBLIOTHEEK

Landbouwproefstation  
en Bodemkundig Instituut T.N.O.

SEPARAAT

No. 11038

## FACTOREN, BEPALEND VOOR HET OPTREDEN VAN TIJGERING BIJ HAVER

Dr Ir Th. J. FERRARI en Ir C. M. J. SLUIJSMANS

*Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen*

# FACTOREN, BEPALEND VOOR HET OPTREDEN VAN TIJGERING BIJ HAVER<sup>1</sup>

Dr Ir TH. J. FERRARI en Ir C. M. J. SLUIJSMANS

*Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen*

## INLEIDING

In 1913 werd door ELEMA op verschillende ontginningen in Drente een voor ons land nieuwe bodemziekte waargenomen, die later door HUDIG en MEYER (1918) beschreven werd onder de naam „*Hooghalense ziekte*”, zo genoemd naar de plaats waar de schrijvers de ziekte het eerst onderzochten. Door het veelvuldig optreden op onze zand- en dalgronden is deze ziekte thans algemeen bekend. SLUIJSMANS heeft in *Landbouwvoorlichting* 12 (1955) p. 16-22 een beschrijving gegeven van de tijgeringsverschijnselen, die in granen kunnen optreden.

Over de feitelijke oorzaak van de ziekte werd door HUDIG en MEYER niet gesproken. Zij constateerden slechts een samengaan van ziekte en hoge zuurgraad van de grond en zochten derhalve de therapie in een alkalische bemesting. Inderdaad bleek, dat men de ziekteverschijnselen vaak kon voorkomen of opheffen door bekalking of door een bemesting met chilisalpeter. Dit had tot gevolg dat men naast en in plaats van „*Hooghalense ziekte*” de naam „*zure ziekte*” ging gebruiken. Uit latere onderzoeken van anderen is komen vast te staan, dat de hoge zuurgraad niet de ware oorzaak van de bekende tijgeringsverschijnselen is. Het meest overtuigend zijn de onderzoeken van onze landgenoten SMIT en MULDER (1942). Zij hebben aangetoond, dat de symptomen van magnesiumgebrek in watercultures in alle opzichten identiek zijn met die van „*Hooghalense ziekte*” op zure gronden. Met een voldoende hoge magnesiumgift verdwenen zelfs de meest ernstige symptomen. In sommige gevallen op zure gronden verdwenen weliswaar de symptomen, maar bleef de groei van de planten toch achter. De conclusie is dan ook, dat de tijgering een *magnesiumgebrek* is; de term „*zure ziekte*” is niet juist zoals in dit artikel ook aangetoond zal worden.

De gunstige werking van bekalking op de bladkleur wordt door het merendeel der onderzoekers toegeschreven aan een verbeterde magnesiumvoorziening, alhoewel men niet eenstemmig is over het wezen van het effect. Men denkt aan een mobilisatie van het in zure gronden sterk adsorptief gebonden magnesium, aan een verhoogde activiteit van de plant ten aanzien van de Mg-opname en aan een betere wortelontwikkeling. Het gunstige effect van een bekalking moet zeker ook ten dele toegeschreven worden aan het magnesium, dat in vrijwel alle kalkmeststoffen aanwezig is; door de hoge werkingswaarde daarvan kunnen kleine hoeveelheden reeds een grote betekenis hebben.

Naast het MgO-gehalte en de pH van de grond blijken nog andere factoren het optreden van de ziekte te beïnvloeden. Eénwaardige kationen belemmeren de Mg-opname, stikstof in nitraatvorm bevordert deze en vergroot de verhouding kationen-anionen in de plant (VAN ITALLIE, 1936). CASTENMILLER (1951) vond statistisch, dat bij de beoordeling van het MgO-gehalte van de grond rekening gehouden moet worden met het humusgehalte.

Ofschoon het magnesium reeds 25 jaar de belangstelling geniet, is de literatuur toch spaarzaam met het vermelden van grenswaarden voor Mg-gehalten in de grond.

<sup>1</sup> Het volgende is een verkorte weergave van een artikel, dat binnenkort in „*Plant and Soil*” verschijnt.

## HET OPTREDEN VAN TIJGERING BIJ HAVER

De moeilijkheid van het vaststellen van dergelijke criteria ligt nl. bij het grondonderzoek, waar het gaat om bepaling van kleine hoeveelheden, die in een zeker correlatief verband moeten staan met de voor de plant beschikbare hoeveelheid. Sterke extractiemiddelen, zoals 20-procentig HCl, blijken niet te voldoen. Zoals bekend, bepaalt het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek het uitwisselbaar gebonden magnesium in een 0,5 n NaCl-extract.

In het hierna te beschrijven onderzoek hebben wij getracht de invloed van verschillende factoren aan te geven, die met het optreden van tijgering samengaan. De literatuur geeft weliswaar belangrijke aanwijzingen in kwalitatief opzicht, maar de quantitative betekenis van de factoren wordt onvoldoende beschreven.

Er bestaat behoefte aan meer kennis over de waardering van het MgO-gehalte van de grond en over de wisselwerking tussen Mg en andere bodem-chemische factoren in verband met de Mg-voorziening van de gewassen.

Een onderzoek over de betekenis van de *pH* in dit verband is gewenst naar aanleiding van de tegenstrijdige resultaten van onderzoekers, waarvan sommigen wel een invloed van de *pH* konden vaststellen, terwijl anderen geen betrouwbare invloed waarnamen.

In de literatuur wordt herhaaldelijk gewezen op de betekenis van de *kalivoorziening*, maar voor praktische doeleinden is het nodig deze invloed, gescheiden voor K-bemesting en K-gehalte van de grond, in cijfers te kennen.

De gevonden invloed van het *humusgehalte* moet zo mogelijk binnen een nauw omschreven bodemeenheid worden getoetst, aangezien de conclusies van CASTENMILLER gebaseerd waren op grondsoorten met zeer uiteenlopende eigenschappen.

### GEGEVENS EN BEWERKINGSMETHODE

De gegevens zijn afkomstig van 39 eenvoudige bemestingsproefvelden (gewas: haver, ras: „Marne”), die in het kader van een uitgebreid vruchtbaarheidsonderzoek in 1953 in de Gelderse Vallei door ons Instituut zijn aangelegd. Elk proefveld bestond uit 6 veldjes, ieder 48 m<sup>2</sup> groot. De objecten waren: K, P, PK (2 maal), PMg en PKMg. De grootte van de giften per ha en de vorm van de verschillende bemestingen waren: 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als dubbelsuperfosfaat, 120 kg K<sub>2</sub>O als kalizout 60%, 40 kg MgO als kieseriet en 50 kg N als kalkammonsalpeter.

Het gewas is op 11 en 12 Mei op het voorkomen van tijgering (in de door SLUIJSMANS beschreven schaal) beoordeeld; de lengte van het gewas bedroeg 10–30 cm. Omstreeks 20 Mei werden per veldje loofmonsters genomen; hierin werd het N- en MgO-gehalte bepaald.

De hier verkregen gegevens bieden de mogelijkheid om de invloed van een magnesium- en van een kalibemesting op het optreden van tijgering na te gaan en kunnen ook gebruikt worden om de samenhang tussen tijgering en verschillende bodemfactoren te bestuderen.

Bij de bewerking van de gegevens treden enkele moeilijkheden op. Deze berusten voor een groot deel op het feit, dat men van in de natuur voorkomende toestanden gebruik maakt. Er bestaan min of meer sterke correlaties tussen de bodemfactoren, die het vaak moeilijk maken de factoren aan te wijzen, die de oorzaak van het verschijnsel zijn.

Wij hebben de gegevens volgens een *numeriek-grafische* methode bewerkt. Bij deze bewerking wordt de invloed van tussen de factoren optredende correlaties zo veel mogelijk geëlimineerd.

## FACTOREN, BEPALEND VOOR HET OPTREDEN VAN TIJGERING

Wij hebben getracht met behulp van de vier bodemfactoren (magnesiagehalte, pH (KCl), kaligetal en humusgehalte) de tijgering per object te beschrijven; de proefvelden zijn dus *per object* samengevat. Door de grafische bewerking vinden wij de invloed van deze factoren op de mate van tijgering. De werking van de K- en Mg-bemesting is dan nog te bepalen door de invloeden bij verschillende objecten te vergelijken. Wij leggen er de nadruk op, dat men hierbij meer moet letten op het al of niet van invloed zijn van bepaalde factoren, op de vorm van de krommen en op verschillen in helling tussen de krommen (*interactie*) dan op het niveau, waarop de lijnen liggen. Het verschil in niveau hoeft namelijk in het geheel niet essentieel te zijn, omdat het niveau nauw samenhangt met het gemiddelde tijgeringscijfer per object en de gemiddelde tijgeringscijfers voor de verschillende objecten verschillend zijn.

De resultaten zijn in de figuren 1, 2 en 3 weergegeven. Hierbij ontbreekt een figuur die de invloed van het *humusgehalte* zou moeten weergeven. Een verband tussen humusgehalte en mate van tijgering kon nl. niet aangetoond worden. Toch wordt in Nederland bij het advies voor magnesiumbemesting met het humusgehalte rekening gehouden. De achtergrond hiervan berust vermoedelijk op het feit, dat het humusgehalte op bepaalde (nog onbekende) bodemkundige omstandigheden wijst, die bij de magnesiumvoorziening een rol spelen. Volgens de gegevens van ons onderzoek heeft het humusgehalte geen wezenlijke betekenis voor het optreden van Mg-gebrek. Dit wil dus zeggen, dat men in een min of meer uniform gebied bij het advieswerk geen rekening met het humusgehalte behoeft te houden.

*P-object*

Wij bespreken allereerst de invloeden bij het P-object. De sterke invloeden van het magnesiagehalte en de pH van de grond zijn wel zeer opvallend (fig. 1 en 2). De vorm van deze krommen is ongeveer dezelfde. Alhoewel één en ander met de schaal samenhangt, krijgt men de indruk dat de invloed van de pH bij de in deze streek voorkomende variatie groter is dan die van het MgO-gehalte. De grenswaarde van het magnesiagehalte ligt ongeveer bij 35-40 eenheden, van de pH bij 4,8.

De antagonistische werking van het kalium blijkt duidelijk uit fig. 3: hoe hoger het kaligetal des te sterker treedt de tijgering op. Een stijging van het kaligetal met 20 eenheden doet de tijgering met 1,5 punt toenemen.

*PK-object*

Bij het PK-object zien wij overeenkomstige resultaten (fig. 1, 2 en 3). De invloeden van het magnesiagehalte en de pH zijn weer sterk, terwijl de invloed van het kaligetal zwakker is geworden.

Het valt op, dat de lijnen bij het PK-object in alle gevallen lager liggen dan de overeenkomstige lijnen bij het P-object. Wij hebben de verklaring al eerder aangeduid. Door de antagonistische werking van kali is nl. de tijgering bij het PK-object gemiddeld sterker. Bij correctie op het gemiddelde tijgeringscijfer komt daardoor de PK-lijn in zijn geheel lager te liggen. Het is mogelijk, dat met voldoende magnesium in de grond een schadelijke antagonistische werking van kali opgeheven kan worden (zie onder Mg-objecten).

*Mg-objecten*

De invloed van de verschillende bodemfactoren is door een magnesiumbemesting

## HET OPTREDEN VAN TIJGERING BIJ HAVER

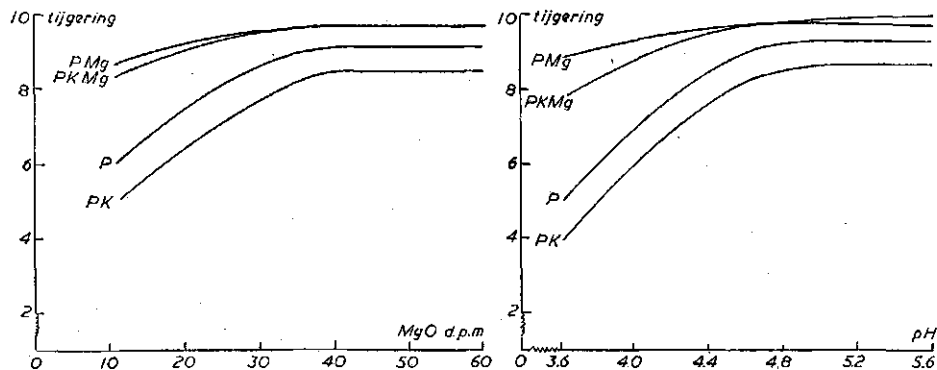
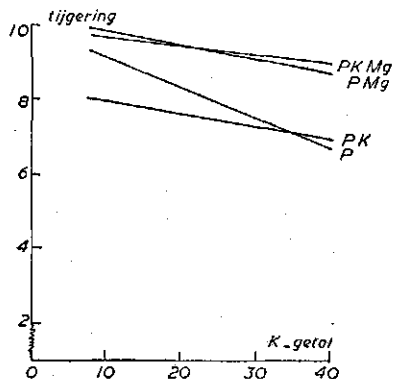


FIG. 1. DE SAMENHANG TUSSEN HET MGO-GEHALTE VAN DE GROND EN DE TIJGERING BIJ VERSCHILLENDE BEMESTINGEN

FIG. 2. DE SAMENHANG TUSSEN DE PH EN DE TIJGERING BIJ VERSCHILLENDE BEMESTINGEN

FIG. 3. DE SAMENHANG TUSSEN HET KALI-GETAL EN DE TIJGERING BIJ VERSCHILLENDE BEMESTINGEN



veel geringer geworden. Met een bemesting van 40 kg MgO per ha wordt niet alleen de nadelige invloed van een te laag gehalte van de grond, maar ook van een te lage pH voor het grootste deel opgeheven. Het verschijnsel was, zoals wij zagen, reeds veel eerder bekend. De vraag of men met een grotere magnesiumbemesting het verschijnsel geheel kan opheffen is door andere onderzoekingen van ons Instituut beantwoord (Verslag 1952).

Een verschuiving van het niveau van de lijn treedt ook hier op; nu echter naar boven. De verklaring is duidelijk: gemiddeld treedt de tijgering door magnesiumbemesting minder op.

### Mg-K-objecten

Een en ander geldt uiteraard ook voor het object, waarbij naast magnesium tevens kali is gegeven. De antagonistische werking van de kali komt hier echter minder sterk naar voren.

### DE INVLOED VAN DE BEMESTING

Een duidelijk overzicht van de werking van de verschillende bemestingen op de invloeden van de bodemfactoren, verkrijgt men door elke figuur afzonderlijk te beschouwen.

Figuur 1 geeft de invloed van een kali- of magnesiumbemesting, alleen of in combinatie, op het optreden van tijgering bij verschillende magnesiumtoestanden van de

grond. Vergelijken wij de *helling* en de *vorm* van de lijnen, dan blijkt dat de invloed van een magnesiumbemesting zeer sterk is. Het verschil in niveau is, zoals wij gezien hebben, misleidend. Uit (nog niet gepubliceerde) onderzoeken van SLUIJSMANS weten wij, dat op een grond, die voldoende magnesium bevat, geen tijgeringsverschijnselen voorkomen; dat daarentegen het verbeteren van de pH alléén geen afdoende maatregel is (fig. 5). Wij hebben van deze kennis gebruik gemaakt om fig. 4 te construeren. Hierin zijn door een verticale verschuiving de verschillen in niveau in fig. 1 geëlimineerd. In fig. 4 komt tot uiting de verschuiving van de grenswaarde naar links, wanneer een magnesiumbemesting gegeven of een kalibemesting weggelaten wordt. Een *magnesiumbemesting* van 40 kg MgO brengt een vermindering in tijgering teweeg, die maximaal gelijk staat met een verhoging van het magnesiumgehalte van de grond met 12 tot 13 eenheden. Het effect van een verse bemesting is dus kleiner dan de overeenkomstige hoeveelheid magnesia in de grond (uitgetrokken met NaCl). Een *kalibemesting* beïnvloedt de grootte van deze werking.

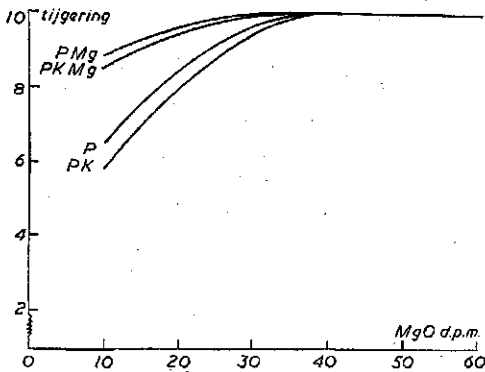


FIG. 4. DE SAMENHANG TUSSEN HET MGO-GEHALTE VAN DE GROND EN DE TIJGERING BIJ VERSCHILLENDE BEMESTINGEN (NA VERTICALE VERSCHUIVING; ZIE TEKST)

#### DE INTERACTIE TUSSEN DE BODEMFACTOREN

Uit de gegeven figuren komt een eventuele interactie tussen de verschillende bodemfactoren niet naar voren. Hiertoe hebben wij de gegevens in verschillende groepen gesplitst, die afzonderlijk bewerkt zijn.

Wij hebben b.v. de gegevens van de kalitoestand in twee groepen ingedeeld. De eerste groep omvat de gegevens met een kaligetal beneden de 20 en heeft een gemiddeld kaligetal van 16,5, de tweede groep omvat de proefvelden met een kaligetal boven de 23 en met een gemiddelde van 30,5. Er bestaat een duidelijke interactie tussen *kaligetal* en *magnesiumgehalte* (fig. 6). Bij weinig kali geeft zelfs een laag magnesiumgehalte geen tijgering.

Er bestaat verder een interactie tussen *pH* en *kaligetal*. Bij een lage kalitoestand blijft de nadelige invloed van een lage pH bestaan; er heeft alleen een verschuiving van de grenswaarde naar links plaats. Deze verschuiving bedraagt een halve pH-eenheid per 10 kaligetaleenheden.

De invloed van het *magnesiumgehalte* op de tijgering wordt sterk door de *pH* beïnvloed: een lage pH verergert het verschijnsel. De resultaten wijzen er verder op, dat het met een hoge pH niet mogelijk is bij lage magnesiatoestanden de tijgering geheel te voorkomen. Er heeft verder geen verschuiving van de grenswaarde door verandering van de pH plaats. Dit is een bevestiging van de resultaten van CASTENMILLER (1951) en SLUIJSMANS (1953).

## HET OPTREDEN VAN TIJGERING BIJ HAVER

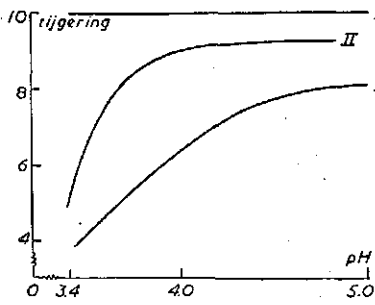


FIG. 5. DE INVLOED VAN DE PH OP DE TIJGERING OP VEENKOLONIALE GROND; VAN I TOT III TOENEMEND MGO-GEHALTE VAN DE GROND

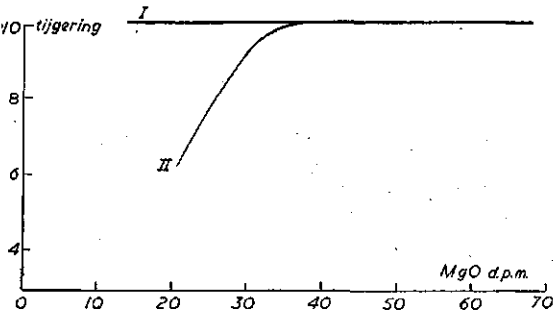


FIG. 6. DE SAMENHANG TUSSEN HET MGO-GEHALTE VAN DE GROND EN DE TIJGERING; I BIJ LAAG, II BIJ HOOG KALI-GETAL

### HET MAGNESIAGEHALTE VAN HET LOOF

Uit het feit dat tijgering door magnesiumgebrek veroorzaakt wordt, zal men in de eerste plaats verwachten, dat het magnesiagehalte van het loof min of meer door dezelfde factoren (en op dezelfde wijze) wordt bepaald als de mate van tijgering. En verder, dat er een verband bestaat tussen de mate van tijgering en het magnesiagehalte van het loof.

Wij hebben de gehaltecijfers op dezelfde wijze als de tijgeringscijfers bewerkt. Als onafhankelijke factoren werden weer het magnesiagehalte van de grond, de pH en het kaligetal genomen. Bovendien leek het wenselijk een eventuele invloed van het verschil in ontwikkeling te elimineren. Als maat voor de ontwikkeling hebben wij het *stikstofgehalte* van het loof gekozen. Dit is dus als vierde onafhankelijke factor in de bewerking opgenomen.

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de bij deze bewerking verkregen resultaten, vermelden wij eerst de gemiddelde verhoging in het MgO-gehalte van het loof door de magnesium- en kalibemesting. Het is namelijk opmerkelijk, dat niet alleen de magnesiumbemesting maar ook de kalibemesting dit gehalte verhoogd heeft. De verhogingen zijn in beide gevallen betrekkelijk klein en bedragen maximaal 0,02 %.

Het magnesiagehalte, de pH en het kaligetal van de grond hebben over het geheel genomen een overeenkomstige invloed op het MgO-gehalte van het loof en op de tijgering. Wanneer wij de verkregen resultaten in beide gevallen in detail bekijken, vallen enkele punten op.

1. Bij hoge magnesiagehalten van de grond treedt een z.g. luxeconsumptie op; in tegenstelling met de tijgering blijft het MgO-gehalte van het loof stijgen bij toenemend MgO-gehalte van de grond (kromme blijft stijgen).
2. In beide gevallen vertonen de lijnen de sterkste kromming bij een MgO-gehalte van de grond van 25-30 d.p.m.
3. Bij magnesiumbemesting treedt een duidelijk verschil van reactie op. De tijgering verdwijnt bijna geheel, zodat de invloed van het MgO-gehalte van de grond verdwijnt. Bij het MgO-gehalte van het loof blijft deze invloed bestaan.

De invloed van de pH op het MgO-gehalte van het loof doet geheel denken aan die op de tijgering: In de eerste plaats verdwijnt de invloed van de pH (bij de P- en PK-objecten) boven een grenswaarde van ongeveer 4,8; boven deze grenswaarde lopen de lijnen in beide gevallen horizontaal. Verder bestaat er in beide gevallen een duidelijke invloed van de magnesiumbemesting op de vorm van de kromme.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de reactie van het MgO-gehalte van het loof op de *magnesiumtoestand* van de grond en op de pH duidelijk verschilt. Als men verder rekening houdt met de reactie van de tijgering op een wijziging van deze beide factoren, dan krijgt men sterk de indruk, dat de invloed van de pH een ander karakter heeft dan die van het magnesiagehalte van de grond. Zonder verder onderzoek is niets definitief te zeggen, maar wij vragen ons af of uit het bovenstaande niet geconcludeerd mag worden, dat de invloed van de pH alleen van remmende aard is. Bij een hoge pH of een aanvullende magnesiumbemesting merkt men van deze remmende invloed niet veel meer. De aard van deze remmende werking zou een fysiologische of bodemchemische kunnen zijn.

De invloed van het *kaligetal* op het MgO-gehalte van het loof bevestigt de resultaten bij de tijgering verkregen.

De factor die de sterkste samenhang met het MgO-gehalte van het loof heeft, bleek het *N-gehalte* van het loof te zijn. Deze samenhang is rechtlijnig. Een verandering in het N-gehalte van 1% gaat gepaard met een verandering in het MgO-gehalte van 0,06%. Hoe ouder het gewas, hoe lager het MgO-gehalte.

Uit het feit, dat tijgering door Mg-gebrek veroorzaakt wordt, volgt dat men een samenhang tussen de mate van tijgering en het MgO-gehalte van het loof mag verwachten. Er blijkt echter een zeer slechte samenhang tussen deze beide grootheden te bestaan. Om bij het onderzoek naar de betekenis van het MgO-gehalte van het loof voor het optreden van tijgering met de samenhang tussen N-gehalte en MgO-gehalte rekening te houden, – zoals algemeen bekend is, verandert het tijgeringsbeeld naarmate het gewas ouder wordt – werden alle gegevens op een zelfde stikstofgehalte herdleid. Dit gebeurde door het MgO-gehalte op een N-gehalte van b.v. 2,95% te corrigeren. Het blijkt nu dat tijgeringscijfers een duidelijke samenhang met deze gecorrigeerde MgO-gehalten geven (fig. 7).

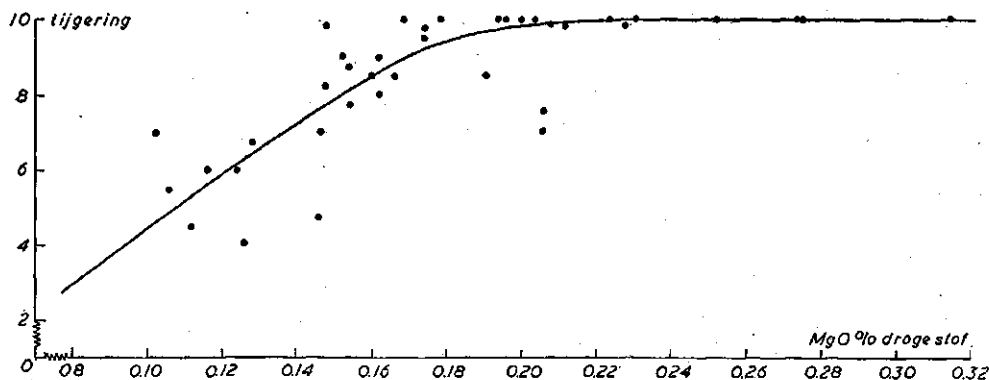


FIG. 7. DE SAMENHANG TUSSEN HET MGO-GEHALTE VAN DE PLANT EN DE TIJGERING, NA EEN STIKSTOF-CORRECTIE



Het grenscijfer voor het MgO-gehalte van het loof, waar beneden (zonder kali- en magnesiumbemesting) tijgering optreedt, ligt ongeveer bij 0,20%. Het is duidelijk, dat aan deze norm, afgezien van de nog onbekende invloed van het jaar, geen absolute betekenis toegekend kan worden.

Al naar gelang het stikstofniveau, d.w.z. het stadium van ontwikkeling, zal de grenswaarde verschuiven; in verband met het rechtlijnig karakter van de stikstofinvloed kan men de verschuiving op 0,06% per 1% N stellen. Hoe hoger het N-gehalte, des te lager is de grenswaarde.

Het N-gehalte is niet de enige factor, die de grenswaarde verschuift. Gaat men het verband na tussen tijgering en MgO-gehalte bij een kalibemesting van 120 kg K<sub>2</sub>O per ha, dan blijkt dat de grenswaarde ongeveer 0,02% naar rechts verschuift. De verschillen in ligging en in helling tussen de beide lijnen, die de samenhang tussen de tijgering en MgO-gehalte met en zonder een kalibemesting weergeven, tonen aan dat er een antagonistische werking tussen kalium en magnesium bestaat. De tijgering is sterker, wanneer bij eenzelfde MgO-gehalte de kaliumvoorziening en dus vermoedelijk ook het K<sub>2</sub>O-gehalte hoger is. Hoe lager het MgO-gehalte, des te sterker is de werking.

#### SAMENVATTING

Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen het MgO-gehalte van de grond en de mate van tijgering van haver. De verkregen resultaten bewijzen, dat tijgering een gevolg is van een onvoldoend MgO-gehalte en van een te hoge verhouding van kalium tot magnesium in het loof. Het blijkt, dat behalve het magnesiagehalte van de grond ook de pH, de kalitoestand en de kalibemesting van groot belang zijn.

De grote betekenis van de beoordeling van het gewas op tijgering is uit het onderzoek duidelijk naar voren gekomen. De tijgering is gevoeliger vòòr en reageert eerder òp een verandering in de magnesiumvoorziening dan de opbrengst. De reacties treden voor een zeer belangrijk gedeelte op binnen een tijgeringstraject van 7,5-10; pas beneden een tijgering van 7 à 7,5 treedt een opbrengstdaling op.

#### LITERATUUR

- CASTENMILLER, G. M. C., Wat is er met het magnesium aan de hand? *Maandbl. Landbouwwerld.* 8, 1951, 148-162
- HUDIG, J. en C. MEYER, De Hooghalense ziekte, een nieuwe bodemziekte op zand- en veengronden. Directie van de Landbouw 1918
- ITALIE, TH. VAN, Hooghalense ziekte en de samenstelling van graanplanten. *Landbouwk. T.* 48, 1936
- SLUIJSMANS, C. M. J., Voorlopige conclusies uit de interprovinciale kalk-magnesiaproeven (serie 6). *C.I.L.O. Verslag van Interprov. Proeven, no 37*, 1953
- SLUIJSMANS, C. M. J., Enkele voordelen van visuele waarnemingen, in het bijzonder bij het magnesiumonderzoek en de magnesiumadviesgeving. *Landbouwwoorlichting* 12, 1955, 16-22
- SMIT, J. and E. G. MULDER, Magnesiumdeficiency as the cause of injury in cereals. *Meded. Landbouwhogeschool, dl 46, verhand. 3*, 1942
- Verslag over 1952 van de Proefboerderijen te Borgercompagnie en Emmercompascum, pag. 138, 1953

Groningen, November 1954