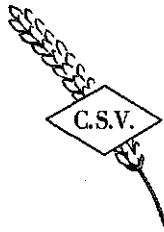


DE MAGNESIUMVOEDING VAN LANDBOUWGEWASSEN IN HET BIJZONDER IN VERBAND MET DE STIKSTOFBEMESTING

DOOR

DR. IR. E. G. MULDER

LANDBOUWKUNDIGE VAN HET LANDBOUWKUNDIG BUREAU DER NEDER-
LANDSE STIKSTOFMESTSTOFFENINDUSTRIE, GEDETACHEERD BIJ HET
LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.
TE GRONINGEN



Uitgave van het
LANDBOUWKUNDIG BUREAU DER NEDERLANDSE
STIKSTOFMESTSTOFFEN - INDUSTRIE
Alexanderstraat 22 — 's-Gravenhage

AUGUSTUS 1951

BETEKENIS VAN MAGNESIUM VOOR DE PLANTENVOEDING.

Magnesium behoort tot de voedingsstoffen, die voor de landbouwgewassen in betrekkelijk geringe hoeveelheden nodig zijn. Toch mag men dit element niet tot de zgn. sporenelementen rekenen. De hoeveelheden benodigd voor een normale groei zijn enkele honderden malen hoger dan die van bijv. koper. Van dit sporenelement bevat de opbrengst van bijv. 1 ha normale tarwe (korrel en stro) niet meer dan 20-40 gram. Aan magnesium vindt men in een dergelijk gewas 5-10 kg (8-16 kg MgO). Op vele gronden zijn de planten niet in staat deze hoeveelheid op te nemen. Dit geldt in het bijzonder voor zure zand- en veengronden, waar het magnesium zeer onderhevig is aan uitspoeling. Vermoedelijk is deze uitspoeling de voornaamste oorzaak van het voorkomen van magnesiumgebrek op zure gronden.

DE INVLOED VAN DE ZUURGRAAD VAN DE GROND OP HET GEHALTE AAN OPNEEMBAAR MAGNESIUM.

De invloed van de zuurgraad van de grond op de uitspoeling van magnesium werd door ons gedemonstreerd in een proef met lichte zandgrond te Wageningen, waar de pH van de grond door toediening van verschillende hoeveelheden zwavel werd verlaagd. Enkele jaren na deze zwaveltoediening werden pH-waarden en cijfers voor opneembaar magnesium gevonden als aangegeven in tabel 1.

Tabel 1.

Magnesiumgehalte van zandgrond bemest met verschillende hoeveelheden zwavel.

Behandeling	pH	opneembaar magnesium (mg Mg/5 kg grond)
1 geen zwavel	5.4	200
2 opklimmende hoeveelheden	5.1	100
3 zwavel	4.3	25
4 ↓	4.0	0

In tabel 2 zijn de pH-cijfers en de gehalten aan opneembaar magnesium van de grond vermeld van zieke en gezonde plekken in een aantal percelen, waarin magnesiumgebrek in het gewas voorkwam.

Tabel 2.

Opneembaar magnesium en pH-waarden in monsters van verschillende plekken van percelen met magnesiumgebrek.¹⁾

Herkomst van de grond	Magnesiumgebrek in haver	pH van de grond	Opneembaar magnesium in mg Mg per 3 kg grond ²⁾
Zelhem	duidelijk	4.1	< 25
	licht	4.6	< 25
Eerbeek	gezond gewas	5.5	200
	hevig	4.2	25
	licht	4.5	25
Klarenbeek	gezond gewas	5.8	75—100
	hevig	4.5	25
	licht	4.8	25—50
Wilp	gezond gewas	5.2	150
	hevig	5.2	50
	licht	5.6	100
Ruurlo	gezond gewas	5.8	150—200
	hevig	4.6	25—50
	licht	4.8	25—50
Lonneker	gezond gewas	4.9	100
	duidelijk	4.4	50—100
	licht	4.8	100
Oud Ootmarsum	gezond gewas	4.8	200
	duidelijk	4.4	25
	licht	4.8	50
Beuningen	gezond gewas	4.9	100
	duidelijk	4.2	25
	licht	4.3	75
Voorst	gezond gewas	4.7	150—200
	duidelijk	4.4	25—50
	licht	4.4	100
	gezond gewas	5.0	150—200

¹⁾ Voor uitvoeriger gegevens zie (6)

²⁾ Bepaald volgens een microbiologische methode (zie 6)

Uit de cijfers van de tabellen 1 en 2 blijkt, dat het gehalte aan opneembaar magnesium zeer sterk afneemt met toenemende zuurheid van de grond. Deze daling is vrijwel geheel aan uitspoeling te wijten. Wel vindt men in de literatuur soms vermeld, dat bij lage pH van de grond vastlegging van het magnesium zou plaats vinden (1, 5), doch uit proeven met dalgrond konden wij concluderen, dat dit niet juist is (6).

Bij deze proeven werden opklimmende hoeveelheden zwavelzuur toegediend aan een dalgrond met een goede magnesiumvoorziening. De monsters bleven daarna 2½ maand vochtig staan, werden vervolgens gedroogd en daarna onderzocht op opneembaar magnesium. Een verlaging van dit gehalte onder invloed van de toenemende zuurgraad kon niet worden waargenomen. Werden de monsters vóór het drogen echter met een zekere hoeveelheid water uitgewassen, dan werd al naar gelang een hogere zuurgraad was bereikt, een groter deel van het opneembare magnesium verwijderd.

Behalve een verlaging van het gehalte aan voor de planten beschikbaar magnesium, bemoeilijkt een lage pH van de grond in meer of mindere mate de opneming van het magnesium door de plant. Ten dele is dit een gevolg van het feit, dat bij lage pH het wortelstelsel van de meeste planten minder goed ontwikkeld is dan bij een meer optimale zuurgraad.

In de tweede plaats wordt de opneming van magnesiumionen bemoeilijkt door de aanwezigheid van een overmaat aan andere kationen, dus ook van het waterstofion. Dit verschijnsel van het zgn. ionen-antagonisme zal straks meer uitvoerig worden besproken.

VOORKOMEN RESP. GENEZEN VAN MAGNESIUMGEBREK.

Hoewel men op zure gronden door toediening van magnesiumzouten zoals bijv. magnesiumsulfaat het magnesiumgebrek van de planten kan opheffen, zal toch in vele gevallen een verhoging van de pH nodig blijken voor het bereiken van een optimale

plantengroei. Alsmoest gewenste pH-waarden van zand- en veen-
gronden voor een aantal gewassen kunnen de volgende globale
cijfers worden genoemd: aardappelen 5.1 — 5.4, granen (behalve
gerst) 5.3 — 5.8, gerst 5.6 — 6.0, klaver 5.4 — 6.0, suikerbieten
5.6 — 6.0. Op kleigronden moet de pH liefst hoger dan 7 liggen
d.w.z. er moet een overmaat calciumcarbonaat aanwezig zijn. De
structuur van de grond is dan aanzienlijk beter dan bij een on-
voldoende kalkvoorziening.

Aangezien vele magnesiumarme gronden lage pH-waarden heb-
ben, zal men door toediening van een magnesiumhoudende kalk-
meststof in vele gevallen zeer gunstige resultaten kunnen berei-
ken. Wanneer het humusgehalte van de grond hoog is, zodat
grote hoeveelheden kalk nodig zijn, kan men volstaan met mer-
gel met een laag magnesiumgehalte of men kan een deel van de
kalk als Limburgse mergel en de rest als een magnesiumhou-
dende mergel toedienen. Is het humusgehalte daarentegen laag,
zodat kleinere hoeveelheden koolzure kalk nodig zijn om de op-
timale pH te bereiken, dan is het gewenst een mergel met een
hoog magnesiumgehalte toe te dienen. Is de pH van de grond
optimaal, terwijl toch verschijnselen van magnesiumgebrek voor-
komen, dan zal men zijn toevlucht moeten nemen tot een magne-
siummeststof, die de pH van de grond weinig of niet verandert
zoals magnesiumsulfaat. (Het tegenwoordig in de handel ge-
brachte kiesriet is waterarm magnesiumsulfaat met ongeveer
27 % MgO).

Magnesiumhoudende mergels moeten zo goed mogelijk door de
grond werden gemengd, magnesiumsulfaat kan men ook als
overbemesting van het gewas in het voorjaar toedienen.

DE BETEKENIS VAN MAGNESIUM VOOR ENKELE GEWASSEN.

Magnesiumgebrek bij granen kent men in Nederland reeds ge-
durende lange jaren als „Hooghalense ziekte” (Hudig en Meyer,
1918 (2)). In niet te ernstige gevallen kenmerkt deze ziekte zich
door een zgn. tijgering van de bladeren, d.w.z. door het voor-

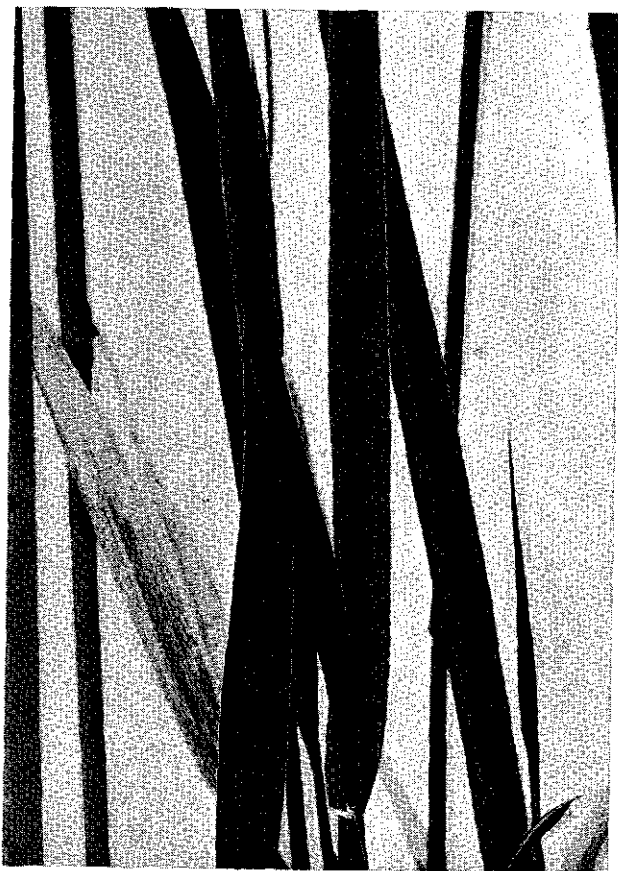


Fig. 1 — Magnesiumgebrek („Hooghalense ziekte”) bij haver in watercultuur bij pH 6.5.

komen van donkergroene vlekken op lichtgroene ondergrond. In meer ernstige gevallen kunnen de bladeren gelijkmatig geel worden, terwijl ze om de lengteas inrollen. Dit laatste is speciaal het geval bij de jonge bladeren. De planten krijgen hierdoor een enigszins grasachtig voorkomen. Hoewel men soms de opvatting verkondigd vindt, dat „Hooghalense ziekte” en magnesiumgebrek niet identiek zijn, is door onze proeven gebleken,

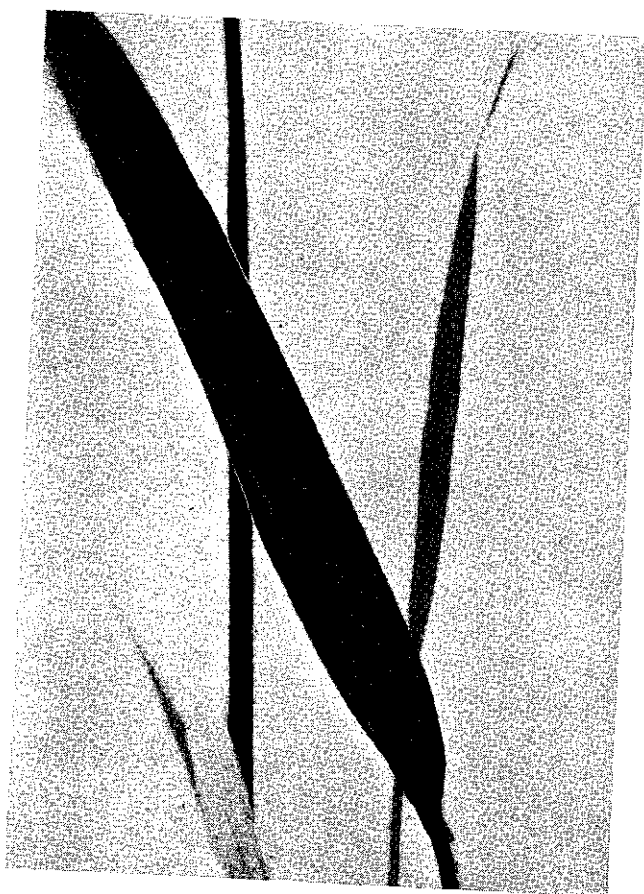


Fig. 2.~ Magnesiumgebrek („Hooghalense ziekte“) bij haver
in watercultuur bij pH 4.5.

dat dit wel het geval is. Bij deze proeven werden de verschijnselen van magnesiumgebrek in watercultures en in zandveen-mengsels bij verschillende pH-waarden vergeleken met die van de „Hooghalense ziekte“. Door variereing van de hoeveelheid magnesium in de voedingsoplossing bleek het mogelijk te zijn de meest ernstige zowel als de lichtere symptomen van de „Hooghalense ziekte“, zowel bij pH 4.5 als bij pH 6.5, in watercultures te laten ontstaan (6) (zie fig. 1 en 2)

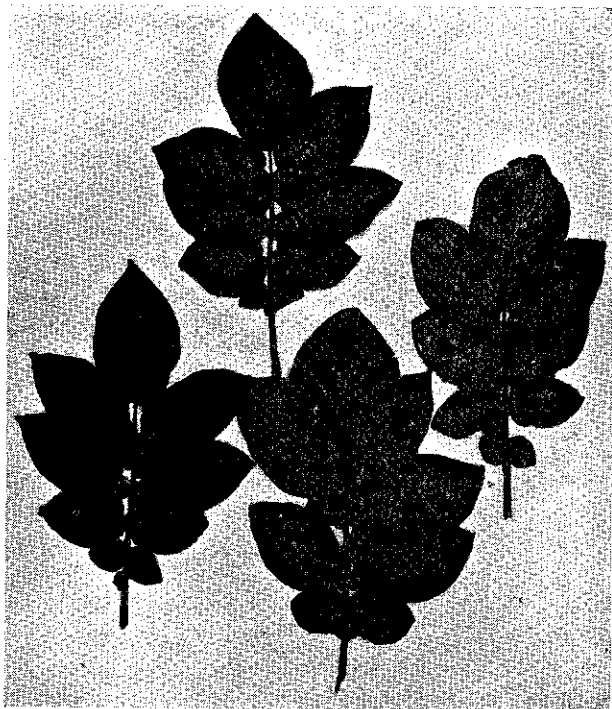


Fig. 3 — Magnesiumgebrek bij aardappelen. Links: gezond blad. Boven: lichte aantasting, de middens van de bladeren hebben een geelgroene kleur, langs de randen is de kleur normaal groen. Beneden: in het geel-groene tot gele weefsel zijn dode bruine vlekken ontstaan. Rechts: zeer hevig Magnesiumgebrek, vele necrotische vlekken.

Magnesiumgebrek komt bij granen vooral in een jong groeistadium voor. Bij het ouder worden van de planten ziet men niet zelden, dat de gebreksverschijnselen geheel of ten dele verdwijnen, waardoor een normale opbrengst kan worden verkregen. In geval van een ernstige vergeling van het gewas is herstel van de normale groei in een later stadium veelal uitgesloten, zodat aanzienlijk lagere opbrengsten worden verkregen dan bij bemesting met een magnesiumzout.

In tegenstelling tot de granen ziet men bij aardappelen de ver-

schijnselen van magnesiumgebrek vooral in het tweede deel van de groeiperiode optreden. Beginnende bij de onderste bladeren krijgen de middens een lichtgroene kleur, terwijl een baan van circa 5 mm langs de bladrand de normale groene kleur behoudt. Na enige tijd gaat de geel-groene kleur over in geel, terwijl dode bruine vlekken in dit gele weefsel ontstaan (zie fig.3). Geleidelijk worden ook de hogere bladeren aangetast, zodat het gewas meestal enkele weken eerder dan normaal is afgestorven. Aangezien een vervroegde afsterving van aardappelen veelal een aanzienlijke vermindering van de knolvorming tengevolge heeft, is als gevolg hiervan de knolopbrengst bij magnesiumgebrek vaak belangrijk lager dan bij een goede voorziening met deze voedingsstof,

Bij vruchtbomen (appel, peer, kers) kenmerkt magnesiumgebrek zich door het ontstaan van dode bladvlekken, meestal op de middens van de bladeren. Ook geel-groene blad-verkleuringen komen vaak voor. Verder ziet men een vervroegd afvallen van de bladeren gedurende de tweede helft van de zomer. Voor een meer uitvoerige beschrijving van magnesiumgebrek bij vruchtbomen kan worden verwezen naar een artikel van Dr. D. Mulder (4).

VERBAND TUSSEN MAGNESIUMVOORZIENING EN STIKSTOFVOEDING.

De invloed van de vorm, waarin de stikstof wordt toegediend, op het ontstaan van magnesiumgebrek (Hooghalense ziekte) is reeds lange jaren aan landbouwvoorlichting en praktijk bekend. Intensief gebruik van zwavelzure ammoniak zoals (dat \pm 20 jaar geleden op zand en veengrond nogal eens voorkwam, veroorzaakte binnen enkele jaren op de meeste gronden de verschijnselen van de Hooghalense ziekte. Aangezien zwavelzure ammoniak door de eenzijdige opneming van de samenstellende componenten een ophoping van zwavelzuur, dus een verzuring van de grond, tengevolge heeft, is het in verband met de eerdergenoemde invloed van een lage pH op magnesiumuitspoeling en magnesiumopneming te verwachten, dat moeilijkheden bij de magnesiumvoorziening na een voortgezette bemesting met zwavelzure ammoniak zullen optreden. Om een indruk te krijgen van de invloed van verschillende stikstofverbindingen op het ontstaan van magnesiumgebrek, hebben wij in potproeven en veldproeven met matig zure gronden proeven met granen en aardappelen uitgevoerd. Aangezien het te verwachten was, dat de invloed van een bepaalde meststof op de magnesiumopneming des te sterker zal zijn, naarmate meer van de betreffende meststof wordt toegediend, hebben wij bij deze proeven steeds opklimmend hoeveelheden van verschillende stikstofmeststoffen vergeleken bij een verschillende magnesiumvoorziening.

In een potproef met zomertarwe werden vergeleken zwavelzure ammoniak, natriumnitraat en ammoniumnitraat in opklimmende hoeveelheden resp. zonder toediening van magnesium en bij bemesting met een matige hoeveelheid magnesiumsulfaat. Zonder toediening van magnesium vertoonden de met ammoniumnitraat en vooral de met ammoniumsulfaat z.a. bemeste planten duidelijk verschijnselen van magnesiumgebrek en wel des te heviger naarmate de stikstofgift hoger was. Met natriumnitraat was, ook bij de hoogste giften geen magnesiumgebrek waarneembaar. Bij bemesting met magnesiumsulfaat werden ook

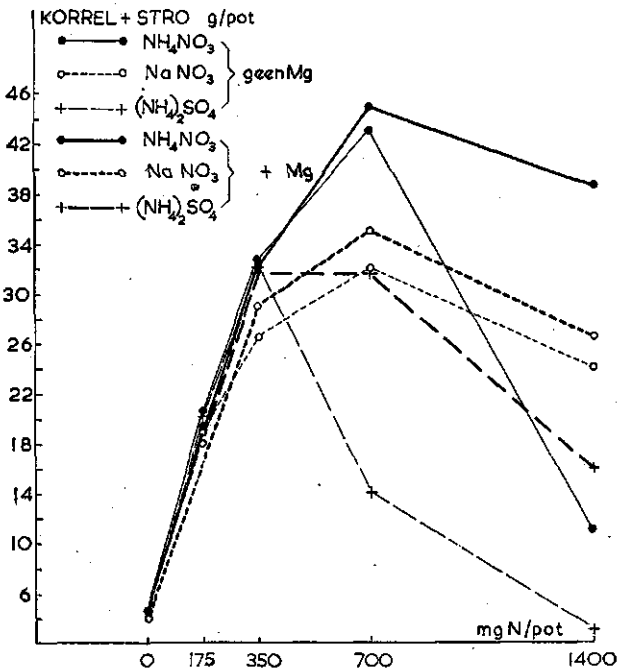


Fig 4. — Stikstof-magnesium potproef met zomertarwe. Bij een matige stikstofgift (175 en 350 mg N per pot) weinig verschillen tussen de drie stikstofhoudende verbindingen. Bij een hogere gift gaf zwavelzure ammoniak zonder magnesium vrijwel een misoogst. Door toediening van magnesium (0,4 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ per pot), werd bij 700 mg N nog een normale opbrengst verkregen, doch met 1400 mg N ontstond hevig magnesiumgebrek. Ammoniumnitraat zonder magnesium gaf bij 700 mg N nog een optimale opbrengst, bij 1400 mg daarentegen ontstond zeer hevig magnesiumgebrek. Met natriumnitraat was bij geen enkele stikstofgift magnesiumgebrek waarneembaar. Een geringe opbrengstverhoging door magnesium werd bij alle hoeveelheden verkregen.

met de ammoniumzouten normale planten verkregen. Alleen bij de hoogste gift ammoniumsulfaat z.a. vertoonden de planten ook nu nog hevige verschijnselen van magnesiumgebrek (voor de opbrengstgegevens zie fig. 4). Deze proef leert, dat de op-

neming van magnesium in zeer sterke mate wordt bepaald door de vorm, waarin de stikstof wordt toegediend. Nitraten bevorderen, ammoniumverbindingen remmen de opneming van magnesium.

Hoewel ook de meerdere verzuring van de grond in de met ammoniumsulfaat (z.a.) bemeste potten een zekere invloed op de magnesiumopneming zal hebben gehad, moet het verschil in magnesiumopneming tussen nitraat- en ammoniumplanten in hoofdzaak worden toegeschreven aan het directe effect van de NO_3^- resp. NH_4^- ionen op de magnesiumopneming.

Dit bleek ons in potproeven waarbij de potten door middel van een glasplaat in twee helften waren verdeeld. De ene helft werd gevuld met een magnesiumarme zandgrond, de andere met een zand-veen-mengsel, dat geheel vrij was van magnesium. Tarweplanten werden zodanig op de scheidingswand geplaatst, dat een deel der wortels in de grond en een ander deel in het zand groeide. Werd nitraat toegediend aan de grondhelft dan werden vrijwel normale planten verkregen; toegediend aan het zand daarentegen werden planten verkregen met ernstig magnesiumgebrek. Aangezien de planten in beide gevallen met nitraat waren gevoed, is de enige verklaring, dat de kleine hoeveelheid magnesium, die zich in de grond bevond, door de plantenwortels alleen kon worden opgenomen bij aanwezigheid van nitraat. Dat de kleine pH-verhoging onder invloed van het aan de grond toegediend calciumnitraat niet van invloed was op de magnesiumopneming, werd aangetoond door zoveel magnesiumvrije koolzure kalk door de grond te mengen als nodig was om de door het nitraat veroorzaakte pH-verhoging te weeg te brengen. Deze toediening had vrijwel geen invloed op de magnesiumopneming.

Bij bemesting met $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ kwamen in deze potproef hevige gebreksverschijnselen voor zowel bij toediening aan de grond als aan de zandhelft.

De zeer grote betekenis van de vorm, waarin de stikstof wordt toegediend, voor de magnesiumvoorziening van landbouwgewassen, blijkt ook duidelijk uit fig. 5, waar de opbrengstresultaten

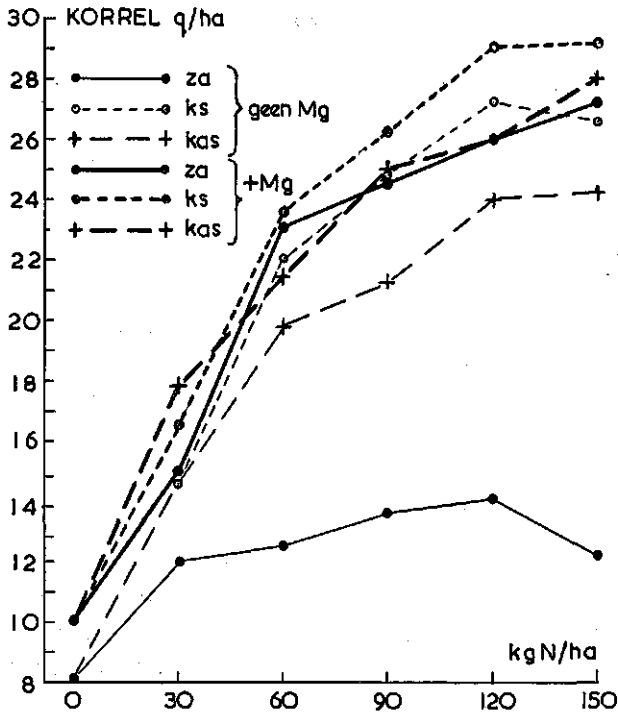


Fig. 5 — Stikstof-magnesium veldproef met zomertarwe. Zonder toediening van magnesium lopen de opbrengstlijnen van zwavelzure ammoniak (za), kalkammonsalpeter (kas) en kalksalpeter (ks) zeer sterk uiteen. Bij bemesting met 68 kg MgO per ha als magnesiumsulfaat is dit verschil grotendeels verdwenen.

van een proefveld op tamelijk magnesiumarme grond grafisch zijn voorgesteld. Zonder magnesiumbemesting werd met ammoniumsulfaat (z.a.) vrijwel een misoogst verkregen. Kalksalpeter daarentegen gaf een normale ontwikkeling van de planten, terwijl ammoniumnitraat (kalkammonsalpeter) wat invloed op de magnesiumvoeding betreft, ongeveer tussen beide stikstofmeststoffen in stond. Bij toediening van een behoorlijke magnesiumgift daarentegen was er slechts weinig verschil tussen de drie N-meststoffen.

De gunstige invloed van nitraatstikstof op de opneming van magnesium door landbouwgewassen bleek in het bijzonder in 1950 op een aantal van onze aardappelproefvelden. Magnesiumgebrek kwam hier in hevige mate voor op de veldjes, die slechts een geringe stikstofgift hadden ontvangen. Bij een flinke nitraatgift waren de gebreksverschijnselen in veel minder hevige mate aanwezig, terwijl ze soms zelfs geheel waren verdwenen. Hoewel bemesting met zwavelzure ammoniak op deze proefvelden vaak duidelijk magnesiumgebrek veroorzaakte, kwamen in een aantal gevallen de magnesium-gebreksverschijnselen op de niet of weinig met stikstof bemeste veldjes in heviger mate voor dan daar waar een flinke gift ammoniumsulfaat (z.a.) was gegeven. Klaarblijkelijk had het na nitrificatie uit het ammoniumzout ontstane nitraat de opneming van het in de grond aanwezige magnesium bevorderd. Deze zeer gunstige invloed van een stikstofbemesting op de magnesiumopneming bij aardappelen was in 1950 ook in de practijk algemeen waarneembaar. In hoeverre de enigszins abnormale weersomstandigheden (warm en zeer vochtig) verantwoordelijk moeten worden gesteld voor dit effect is niet te zeggen.

Behave NH_4 -ionen hebben ook K-ionen een ongunstige invloed op de magnesiumopneming (van Itallie, 3). Dit blijkt bij toediening van een zware kalibemesting aan gewassen, die op een enigszins magnesiumarme grond groeien. Veelal ziet men dan het magnesiumgebrek in hevige mate voorkomen. Zeer belangrijk is het effect van een overmatige kalivoorziening bij het ontstaan van magnesiumgebrek bij vruchtbomen (4). Het is hier blijkbaar zo belangrijk, dat magnesiumgebreksverschijnselen vrijwel alleen worden geconstateerd, indien de grond rijk aan kali is.

LITERATUUR

1. Gehring, A., Creuzburg, U., Pommer, E., Wehrmann, O., Wolter, A. und von Stockhausen, H., Über die Löslichkeit der adsorptiv gebundenen Basen des Bodens in Abhängigkeit von kalk- und Basensättigungsgrad II. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenk. A 20, 183—217 (1931).
2. Hudig, J. en Meyer, C., De Hooghalense ziekte, een nieuwe bodemziekte op zand- en veengronden. Directie van de Landbouw 1918.
3. Van Itallie, Th. B., Magnesiummangel und Ionenverhältnisse in Getreidepflanzen. Bodenkunde u. Pflanzenernähr. 5, 303—334 (1937).
4. Mulder, D., Magnesium deficiency in fruit trees on sandy soils and clay soils in Holland. Plant and Soil 2, 145—157 (1950).
5. Schmitt, L., Altes und Neues zur Magnesiadüngungsfrage. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenk. A. 42, 129—143 (1936).
6. Smit, J. and Mulder, E. G., Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals, Mededeel. Landbouwhogeschool 46, 1—43 (1942).