

BIBLIOTHEEK
Landbouwpromotie Station
en Bodemkundig Instituut T. N. O.
SEPARAAT
No. 12929

631.84 : 631.811.6

STIKSTOFBEMESTING EN
MAGNESIUMVOEDING
VAN LANDBOUWGEWASSEN

DOOR

E. G. MULDER

OVERDRUK UIT „STIKSTOF“ NO. 11, SEPTEMBER 1956, BLADZIJDE 337 T/M 355

MAGNESIUM behoort naast stikstof, fosfor en kalium, tot de vier plantenvoedingsstoffen, die van grote betekenis zijn bij de bemesting van landbouwgewassen op de lichte gronden. Dit geldt voor ons land, maar waarschijnlijk evenzeer voor andere landen in West Europa. Hoewel magnesium slechts in betrekkelijk geringe hoeveelheden door het gewas wordt opgenomen (zie tabel 1), is magnesiumgebrek van haver in mei en van aardappelen in augustus een veel voorkomend verschijnsel op vele zand- en veengronden.

DIT MOET AAN verschillende oorzaken worden toegeschreven. Enerzijds kan men aannemen, dat in ons land de jaarlijkse toevoer van magnesium aan de grond met de bemesting veel geringer is dan die van bv. kalium (globaal berekend 25.000 ton MgO tegen 150.000 ton K₂O in kunstmeststoffen; voor stalmest

is vooral het geval op zure gronden. Hier vindt nagenoeg geen binding (adsorptie) aan de bodembestanddelen plaats, zodat op zure gronden zeer lage waarden voor opneembaar magnesium worden gevonden (zie tabel 2). Vrij grote hoeveelheden met de bemesting toegediend magnesium verdwijnen hier in betrekkelijk korte tijd weer uit de bouwvoor.

TABEL 1 — HOEVEELHEDEN VOEDINGSSTOFFEN IN KG PER HA OPGENOMEN DOOR ENKELE LANDBOUWGEWASSEN*)

gewas	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
tarwe	97	41	65	14	12
haver	78	42	106	18	10
aardappelen	117	55	216	9	19

*) In enigszins gewijzigde vorm ontleend aan SAMSON (6).

zijn de betreffende cijfers ruwweg geschat 12.000 en 50.000 ton). Anderzijds is gebleken, dat het magnesium zeer gevoelig is voor uitspoeling door de herfst- en winterregens. Dit

Het verband tussen lage pH van de grond en magnesiumgebrek van de gewassen is reeds geruime tijd aan de Nederlandse landbouwkundigen en boeren bekend. Het was nl. reeds in 1918, dat HUDIG en MEYER (3) hun eerste onderzoeken over de Hooghalense of zure ziekte publiceerden. Aanvankelijk werd gedacht, dat de hoge zuurgraad van de grond de oorzaak was van de ziekteverschijnselen in de granen. Later is gebleken, vooral door onderzoeken van VAN ITALLIE (4), SMIT en MULDER (7), CASTENMILLER (1) en FERRARI en SLUIJSMANS (2), dat een onvoldoende magnesiumvoorziening van de planten, de oorzaak is van de verschijnselen van de Hooghalense ziekte. Door graanplanten te laten groeien in water-

TABEL 2 — VERBAND TUSSEN pH VAN DE GROND, OPNEEMBAAR MAGNESIUM (BEPAALD MET ASPERGILLUS NIGER) EN GEZONDHEIDSTOESTAND VAN HET GEWAS

Perceel	pH(H ₂ O) van de grond	gezond- heidstoe- stand van het gewas*)	opneembaar Mg, µg per 3g lucht- droge grond	Perceel	pH(H ₂ O) van de grond	gezond- heidstoe- stand van het gewas*)	opneembaar Mg, µg per 3g lucht- droge grond
Z	4,1	ZZ	<25	B	4,2	ZZ	25
"	4,6	Z	<25	"	4,3	Z	75
"	5,5	G	200	"	4,7	G	150-200
E	4,2	ZZ	25	V	4,4	ZZ	25-50
"	4,5	Z	25	"	4,4	Z	100
"	5,8	G	75-100	"	5,0	G	150-200
K	4,5	ZZ	25	Vd	5,0	ZZ	<50
"	4,8	Z	25-50	"	5,7	Z	<50
"	5,2	G	150	"	5,2	G	<50
A	5,2	ZZ	50	Vn	5,0	ZZ	<25
"	5,6	Z	100	"	5,7	Z	50-100
"	5,8	G	150-200	"	6,1	G	150
R	4,6	ZZ	25-50	T	5,2	ZZ	50
"	4,8	Z	25-50	"	5,3	Z	100
"	4,9	G	100	"	5,1	G	100
L	4,4	ZZ	50-100	He	5,2	ZZ	25
"	4,8	Z	100	"	5,3	Z	50-75
"	4,8	G	200	"	4,7	G	75-100
O	4,4	ZZ	25	Ha	4,2	ZZ	<50
"	4,8	Z	50	"	4,3	Z	<50
"	4,9	G	100	"	4,7	G	75-100

*) ZZ = ernstig magnesiumgebrek. Z = licht magnesiumgebrek. G = gezond.

cultures bij een onvoldoende magnesiumvoorziening, kregen wij, zowel bij pH 4,5 als bij pH 6,5, dezelfde ziekteverschijnselen (magnesiumgebrek) als op zure zandgronden worden aangetroffen.

Er is echter nog een derde oorzaak aan te wijzen van het veelvuldige voorkomen van magnesiumgebrek op onze lichte gronden. De opneming van magnesium door de plantwortels blijkt nl. in sterke mate te worden beïnvloed door de aanwezigheid van andere voedingsstoffen. Overmaat aan K-, H- en NH₄-ionen blijkt de opneming van magnesium in sterke mate tegen te werken. Nitraten

daarentegen oefenen een zeer gunstige werking uit op de magnesiumopneming. De invloed van de genoemde ionen op de magnesiumopneming is van een zodanige betekenis, dat op eenzelfde perceel zonder toevoer van magnesium een normaal gewas resp. een misoogst tengevolge van magnesiumgebrek kunnen worden verkregen, afhankelijk van de wijze van stikstof- en kalibemesting. In het hiervolgende overzicht zullen de resultaten van een aantal pot- en veldproeven worden vermeld, waarbij de invloed van de stikstofverbinding en de grootte van de stikstofgift op de magnesiumvoeding van enkele gewassen zijn nagegaan.

POTPROEVEN MET GRANEN MET VERSCHILLENDE N-VERBINDINGEN

Voor dit onderzoek werd een vrij zure zandgrond (pH(H₂O) 5,2) uit Marum gebracht in potten van ongeveer 2 l inhoud. Behalve een basisbemesting met fosfaat en kalium werden opklimmende hoeveelheden stikstof toegediend in de vorm van resp. ammoniumsulfaat, ammoniumnitraat en natriumnitraat. Eén serie potten bleef zonder magnesium, een tweede serie werd bemest met 0,4 g MgSO₄·7H₂O per pot. Als proefgewas werd zomertarwe (var. van Hoek) gezaaid.

De verschijnselen van magnesiumgebrek bij de tarweplanten verschenen in een jong stadium. Ze waren veel duidelijker bij de planten bemest met ammoniumsulfaat dan bij die met ammoniumnitraat. Hoe meer ammoniumzout was gegeven, des te sterker waren de verschijnselen van magnesiumgebrek. Zelfs bij de planten bemest met 0,4 g magnesiumsulfaat per pot bleek het mogelijk de opneming van dit magnesium door een grote gift ammoniumsulfaat geheel te blokkeren (zie fig. 1 en 4). In tegenstelling tot de slechte resultaten met ammoniumsulfaat, staan de goede resultaten met nitraten. Zelfs bij weglaten van de magnesiumbemesting werden met natriumnitraat gezonde planten verkregen (zie fig. 2 en 5). De resultaten verkregen met ammoniumnitraat stonden, zoals te verwachten was, in tussen die verkregen met ammoniumsulfaat en die met natriumnitraat (zie fig. 3 en 6).

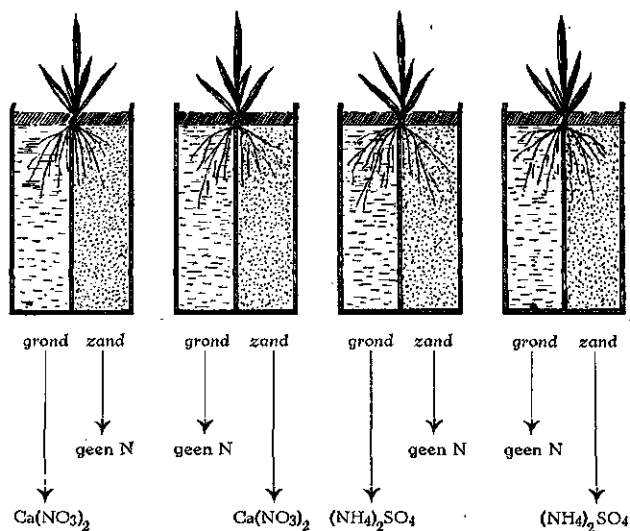
In een tweede proef, met haver als proefgewas, werden soortgelijke resultaten verkregen (zie fig. 7). In dit geval was calciumnitraat in plaats van natriumnitraat gegeven. Aangezien van een uitspoeling van magnesium in deze potproeven geen sprake was, moet worden aangenomen, dat de ongunstige werking van de ammoniumzouten op de magnesiumvoeding een gevolg is geweest van de antagonistische werking van de NH₄- resp. H-ionen op de magnesiumopneming (zie tabel 3 voor de pH-cijfers). De in deze tabel gegeven pH-waarden zijn gemiddelde cijfers; aangenomen mag worden, dat in de omgeving van de wortels en in de buitenste cellagen van de wortels nog aanzienlijk lagere pH-waarden zijn voorkomen.

In tegenstelling tot deze antagonistische

TABEL 3 — INVLOED VAN VERSCHILLENDE N-MESTSTOFFEN OP DE pH (H₂O) VAN DE GROND

N, g per pot	zonder magnesiumbemesting			1 g MgSO ₄ ·7H ₂ O per pot		
	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄
0	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7
0,35	4,7	4,6	4,1	4,6	4,5	4,0
1,05	4,9	4,5	3,7	4,9	4,4	3,9
2,10	5,0	4,3	4,1	5,1	4,3	3,8

werking van ammoniumsulfaat op de magnesiumopneming, staat de bevorderende werking van natrium- en calciumnitraat. Om een beter beeld van deze werking te krijgen, hebben wij tarweplanten gekweekt in glazen cylinders, die door verticaal geplaatste glasplaten in twee helften waren verdeeld. De ene helft van iedere pot was gevuld met grond, die arm aan,



maar niet vrij van, opneembaar magnesium was. De andere helft was gevuld met een zandveemengsel, dat geheel vrij van magnesium was. Fosfaat, kalium en koper werden gelijk over beide grondhelften verdeeld. Stikstof

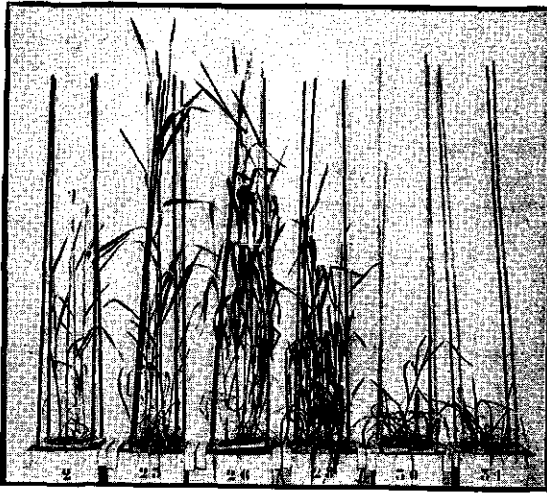


Fig. 1 - Ammoniumsulfaat, geen magnesium toegediend.

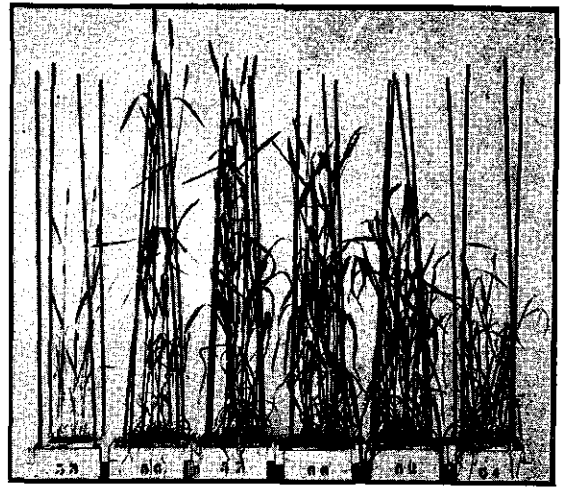


Fig. 4 — Ammoniumsulfaat, 0.4 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ per pot.

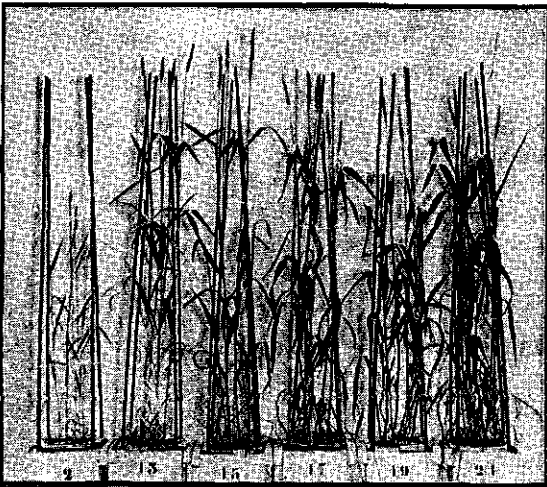


Fig. 2 — Natriumnitrat, geen magnesium toegediend.

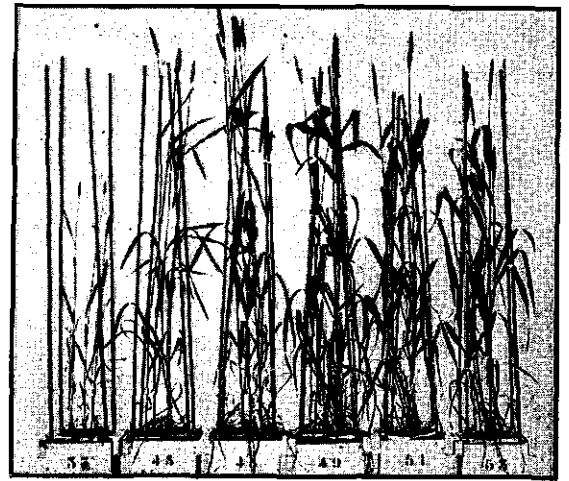


Fig. 5 — Natriumnitrat, 0.4 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ per pot.

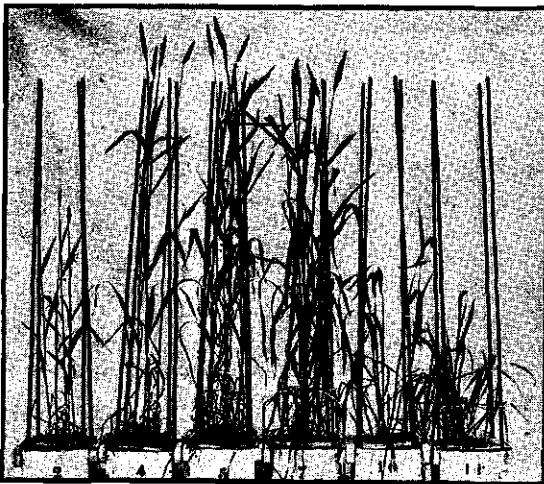


Fig. 3 — Ammoniumnitrat, geen magnesium toegediend.



Fig. 6 — Ammoniumnitrat, 0.4 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ per pot.

Fig. 1 t/m 6: *Invloed van stijgende stikstofgiften op de groei van zomertarwe zonder en met toediening van magnesium.*

V. l. n. r. telkens 0, 175, 350, 700, 1400, en 2100 mg N per pot.

in de vorm van resp. ammoniumsulfaat, ammoniumlactaat en calciumnitraat, werd gemengd òf door de grondhelft, òf 'door het zand-veenmengsel. Magnesiumsulfaat, indien verstrekt, werd altijd aan de grondhelft toegediend. Zes tarwekiemplanten werden zodanig op de glazen plaat geplant, dat een deel van de wortels in de grond, de overige in het zand-veenmengsel groeiden. Deze wijze van plantengroei stelde ons in staat de opneming van stikstof (als ammoniumzout of nitraat) en magnesium door hetzelfde wortelsysteem of door verschillende wortels na te gaan.

De verschijnselen van magnesiumgebrek

kwamen in de jonge tarweplanten reeds in een jong stadium voor de dag. Dit was het geval, indien de stikstof als ammoniumsulfaat was toegediend aan de grondhelft of aan de zand-veenhelft van de potten. Ook met nitraat toegediend aan de zand-veenhelft hadden de tarweplanten ernstige verschijnselen van magnesiumgebrek. In die potten, waar het nitraat aan de grondhelft was toegediend, waren de planten echter volkomen normaal. Dit duidt erop, dat de gunstige werking van nitraat bij de magnesiumvoeding aan de bevordering van de magnesiumopneming moet worden toegeschreven (zie tabel 4).

TABEL 4

INVLOED VAN VERSCHILLENDE STIKSTOFVERBINDINGEN OP DE OPBRENGST VAN TARWEPLANTEN, DIE MET HUN WORTELS GEDEELTELIJK IN MAGNESIUMARME GROND EN GEDEELTELIJK IN EEN MAGNESIUMVRIJ ZAND-VEEN MENGSEL GROEIDEN.

N-verbinding	helft van de pot, waaraan N was toegediend	MgSO ₄ ·7H ₂ O toegediend aan de grondhelft, g	opbrengst*), g per pot		pH (H ₂ O) van de grond na de oogst	
			korrel	stro	grondhelft	zand-veenhelft
Ca(NO ₃) ₂	grond	0	12,0	20,2	5,1	6,2
"	zand-veen	0	4,0	13,1	4,8	6,7
NH ₄ -lactaat	grond	0	8,1	16,9	4,9	6,1
"	zand-veen	0	3,4	11,4	5,1	6,1
(NH ₄) ₂ SO ₄	grond	0	5,0	11,8	4,0	5,9
"	zand-veen	0	4,6	12,3	4,6	5,1
Ca(NO ₃) ₂	grond	0,5	13,7	21,5	5,1	6,1
"	zand-veen	0,5	10,4	17,9	4,6	6,5
NH ₄ -lactaat	grond	0,5	11,6	17,8	4,6	6,1
"	zand-veen	0,5	8,9	15,2	4,5	6,1
(NH ₄) ₂ SO ₄	grond	0,5	7,6	11,5	4,0	6,2
"	zand-veen	0,5	8,7	13,5	4,5	5,2

*) Gemiddelden van duplowaarden

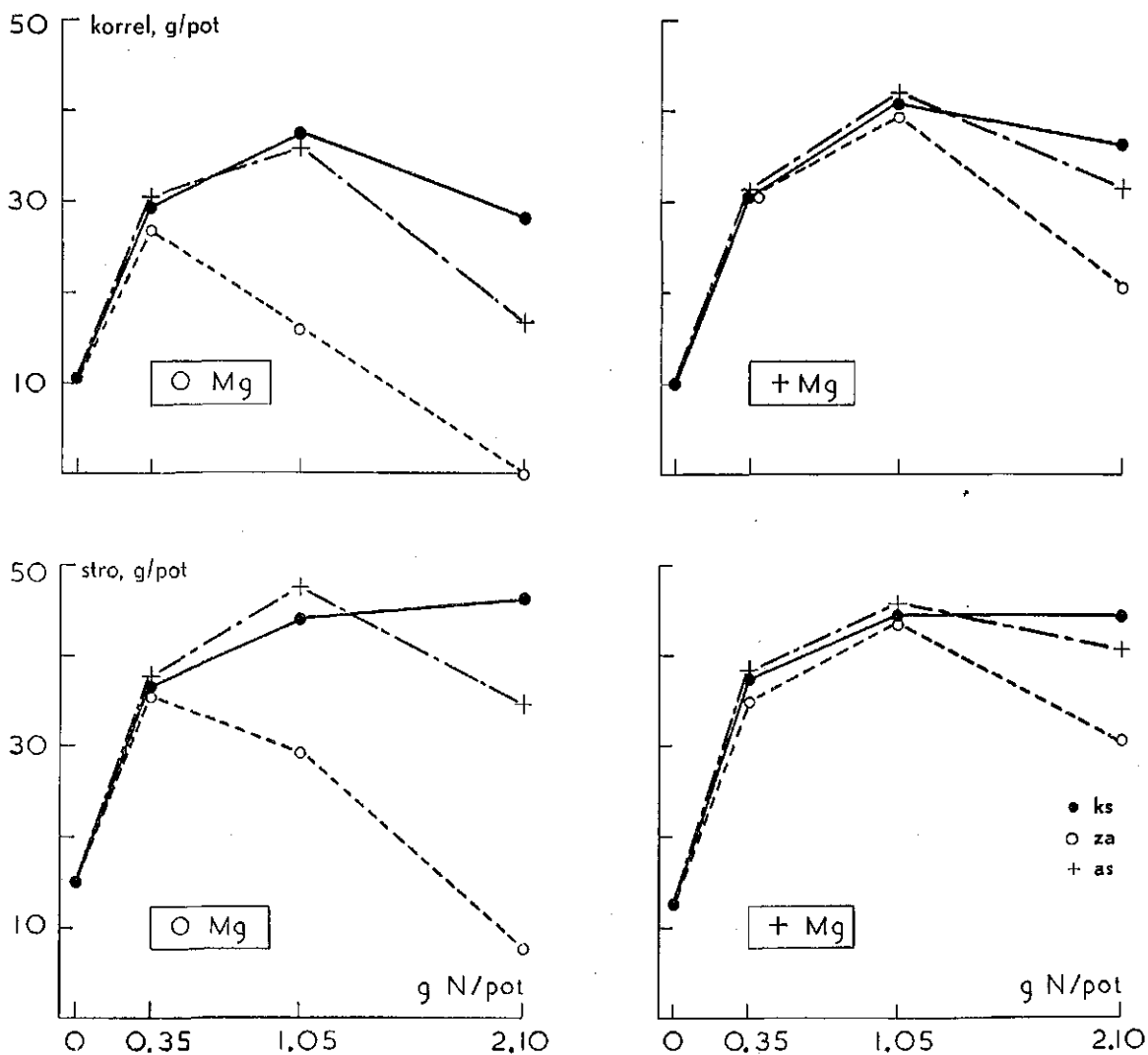


Fig. 7 — Opbrengst van haver gegroeid in een matig zure zandgrond bij opklimmende hoeveelheden stikstof in de vorm van calciumnitraat (ks), ammoniumsulfaat (za) en ammoniumnitraat (as). De met magnesium bemeste planten ontvingen 1.0 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ per pot (= 7 kg grond).

VELDPROEVEN MET GRANEN

Het verband tussen magnesium- en stikstofvoeding van planten, zoals dat in de bovenbeschreven potproeven is waargenomen, werd ook onderzocht op proefvelden met granen. De matig zure gronden, die voor dit onderzoek werden gebruikt, waren arm aan opneembaar magnesium.

Het proefveld Pr 662, gelegen te Marum op een zandgrond met 6% organische stof en een pH (H₂O) = 5,3, werd in 1942 aangelegd met zomertarwe als proefgewas. Stikstof, in de vorm van resp. ammoniumsulfaat, calciumnitraat en kalkammonsalpeter, werd toegediend in hoeveelheden van 30, 60, 90, 120 en 150 kg N per ha. Deze N-series werden aangelegd zonder en met magnesiumsulfaat.

De uitkomsten van deze proef waren in overeenstemming met die van de potproeven, nl. toenemend magnesiumgebrek naarmate meer ammoniumsulfaat was toegediend. Met kalksalpeter als stikstofbron werd geen magnesiumgebrek waargenomen, terwijl met kalkammonsalpeter matige verschijnselen van magnesiumgebrek werden verkregen (zie fig. 8).

Het proefveld Pr 662 werd in vrijwel onveranderde vorm voortgezet tot 1949. In 1943 werd wintertarwe verbouwd, in 1945 zomertarwe en in de overige jaren aardappelen. Kalkammonsalpeter werd steeds aan dezelfde veldjes toegediend, kalksalpeter en zwavelzure

ammoniak werden afwisselend gegeven, d.w.z. dat veldjes, die in 1942 met kalksalpeter werden bemest, in 1943 ammoniumsulfaat ontvingen, in 1944 kalksalpeter, enz. Veldjes, die in 1942 met ammoniumsulfaat werden bemest, ontvingen in 1943 kalksalpeter, in 1944 weer ammoniumsulfaat, enz. De verschillende stikstofhoeveelheden, 0, 30, 60, 90, 120 en 150 kg N per ha voor granen en 0, 50, 100, 150, 200 en 300 kg N per ha voor aardappelen, werden steeds aan dezelfde veldjes toegediend, d.w.z. dat bv. een veldje, dat in 1942 (zomertarwe) bemest werd met 30 kg N als kas, ook in 1943 (wintertarwe) en in 1945 (zomertarwe) 30 kg N kreeg. In de aardappeljaren werd een dergelijk veldje bemest met 50 kg N per ha.

De wintertarwe in 1943 vertoonde op dit proefveld nauwelijks verschijnselen van magnesiumgebrek in tegenstelling tot de zomertarwe in 1942. Het is niet bekend, of dit alleen door verschillende weersomstandigheden in beide jaren moet worden verklaard of dat ook variëteitsverschillen een rol hebben gespeeld.

De zomertarwe in 1945 reageerde daarentegen weer zeer sterk op de magnesiumbemesting (zie fig. 8). Opvallend was nu het verschil tussen de planten gegroeid op veldjes, die gedurende vier jaar steeds met kalkammonsalpeter waren bemest en die van veldjes, die afwisselend met ammoniumsulfaat en calcium-

TABEL 5 — INVLOED VAN VERSCHILLENDE N-MESTSTOFFEN OP DE pH(H₂O) VAN DE GROND*
(PR 662).

kg N per ha**)	1942			1943			1944			1945			1947			1948		
	ks*)	za*)	kas*)	za	ks	kas	ks	za	kas	za	ks	kas	za	ks	kas	ks	za	kas
0	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,0	5,0	5,0	5,3	5,3	5,3
50 (30)	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4	5,3	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2	4,8	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3
100 (60)	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	4,9	5,1	5,1	5,0	5,1	4,6	4,8	4,9	5,3	5,1	5,2
150 (90)	5,3	5,1	5,3	5,1	5,2	5,3	5,2	4,8	5,2	5,1	5,0	5,2	4,6	4,8	5,0	5,2	5,0	5,3
200(120)	5,2	5,0	5,2	5,0	5,3	5,3	5,1	4,7	5,2	5,0	4,9	5,2	4,4	4,7	5,0	5,2	4,8	5,3
300(150)	5,3	4,9	5,2	4,9	5,2	5,2	5,2	4,6	5,1	5,0	4,9	5,1	4,3	4,5	4,8	5,0	4,8	5,3

*) Gemeten met een chinhydron electrode; gemiddelde waarden van 0 Mg- en + Mg-veldjes.

***) N-giften bij aardappelen; tussen haakjes = N-giften bij granen. Aardappelen verbouwd in 1944, '46, '47, '48 en '49, tarwe in 1942, '43 en '45.

*) De ks- en za-bemestingen wisselden ieder jaar, die met kas werden ieder jaar aan dezelfde veldjes toegediend.

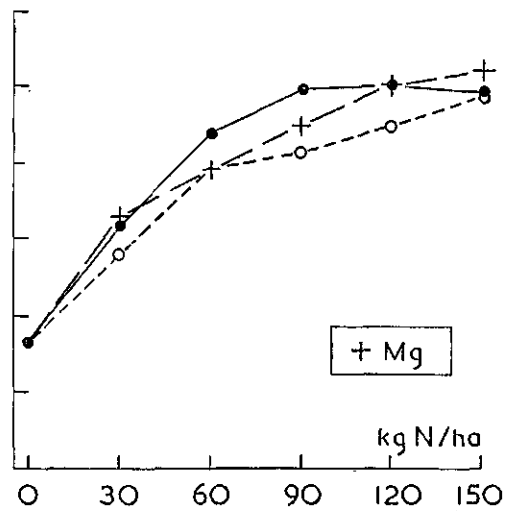
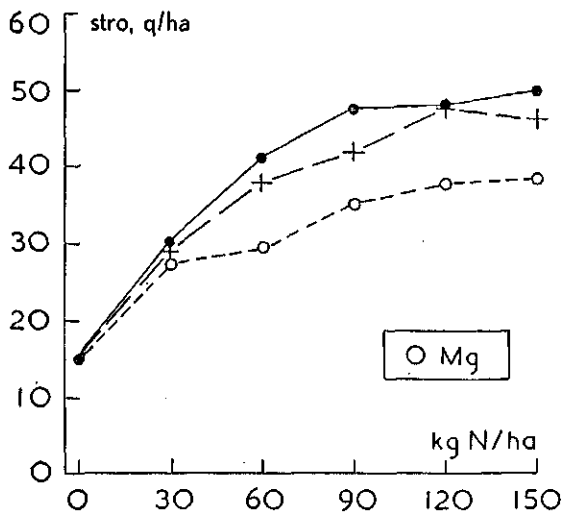
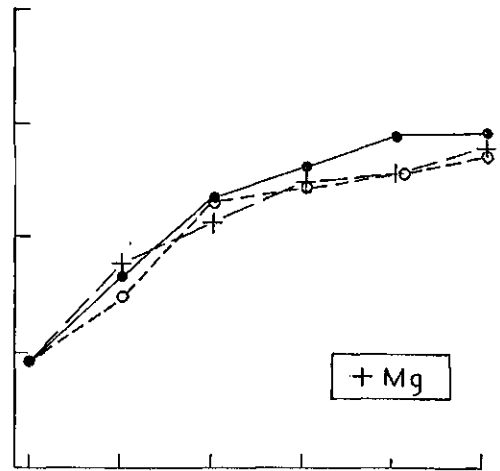
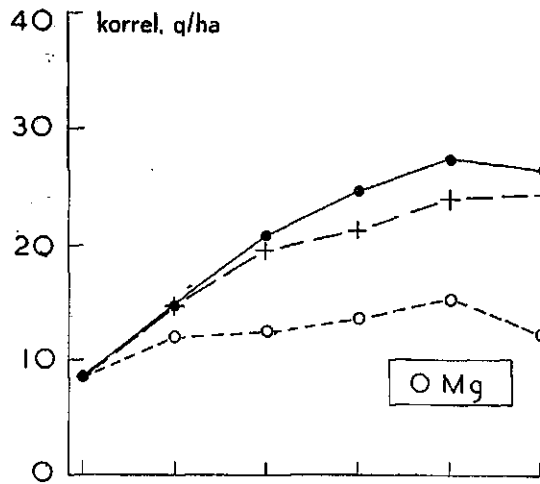
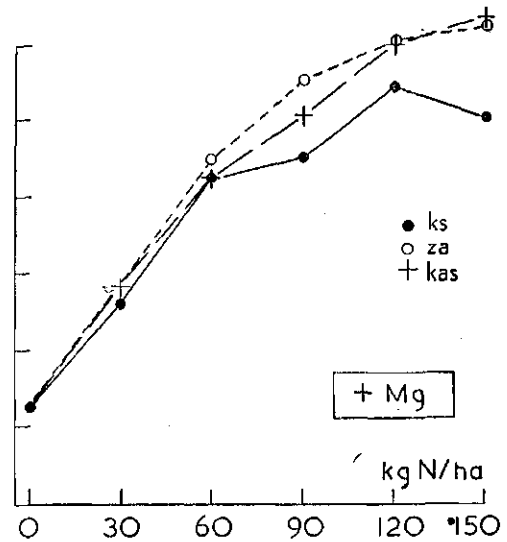
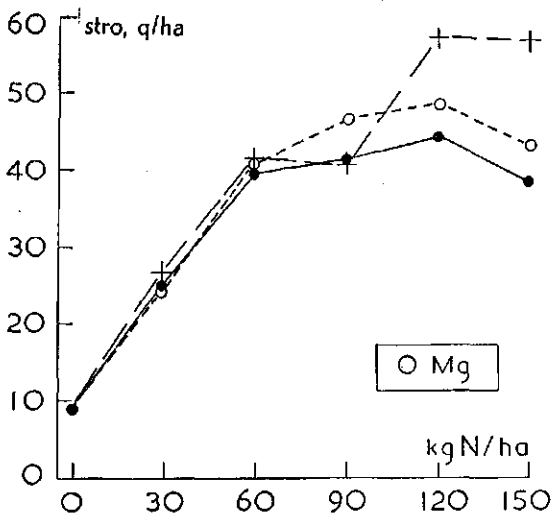
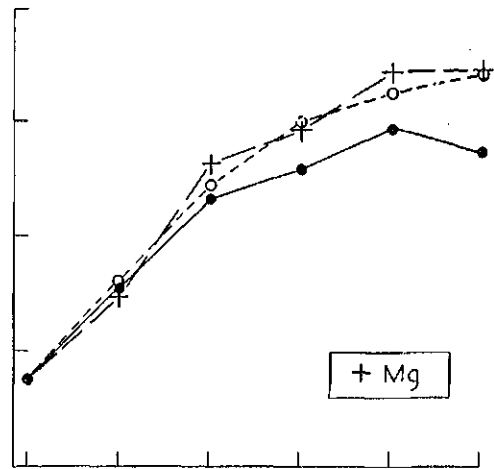
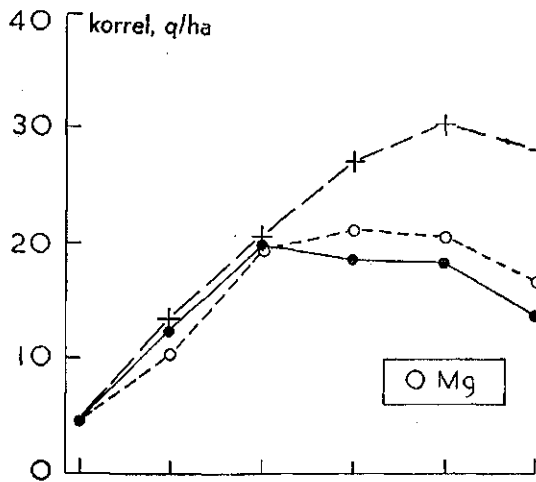


Fig. 8 — Pr. 662. Invloed van stijgende hoeveelheden stikstof in de vorm van kalksalpeter (ks), zwavelzure ammoniak (za) en kalkammonsalpeter (kas), zonder en met een magnesiumbemesting, op de opbrengst van zomertarwe. + Mg = 65 kg MgO in de vorm van $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

nitraat waren bemest. Eerstgenoemde veldjes gaven zonder magnesiumbemesting aanzienlijk hogere opbrengsten dan die met afwisselend zwavelzure ammoniak en kalksalpeter (zie fig. 8). Dit was waarschijnlijk een gevolg van



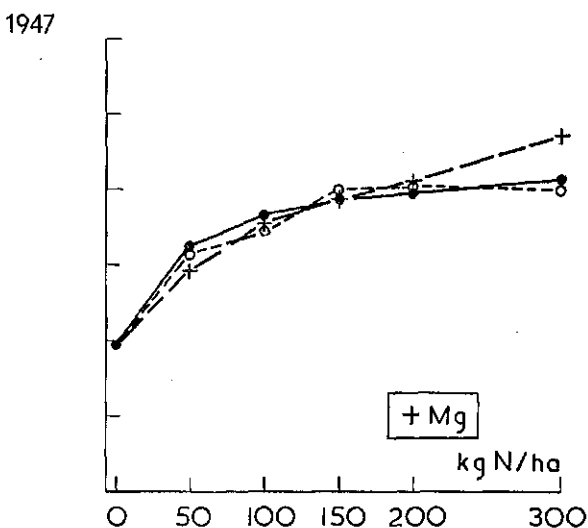
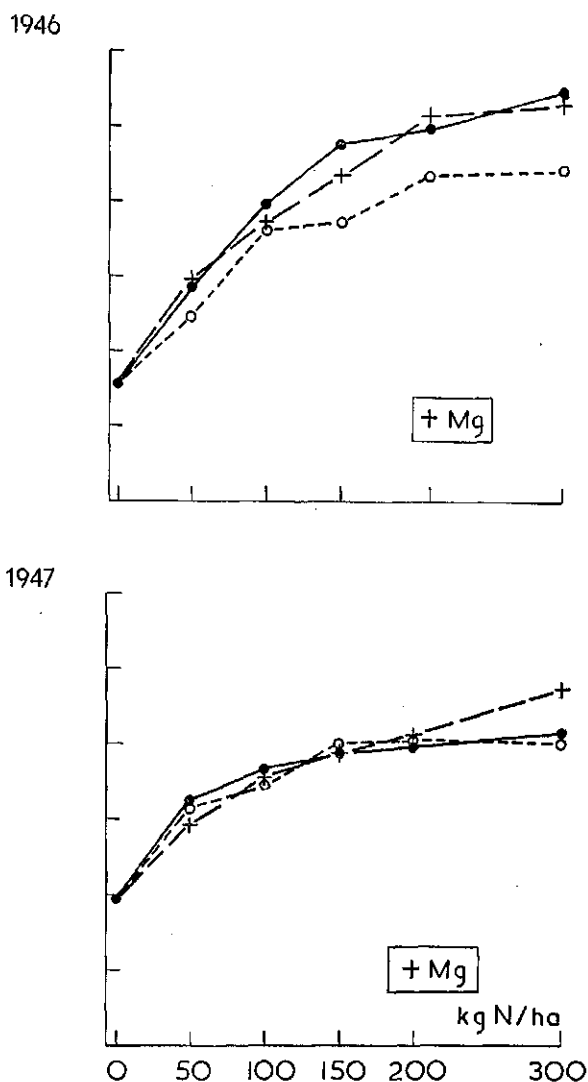
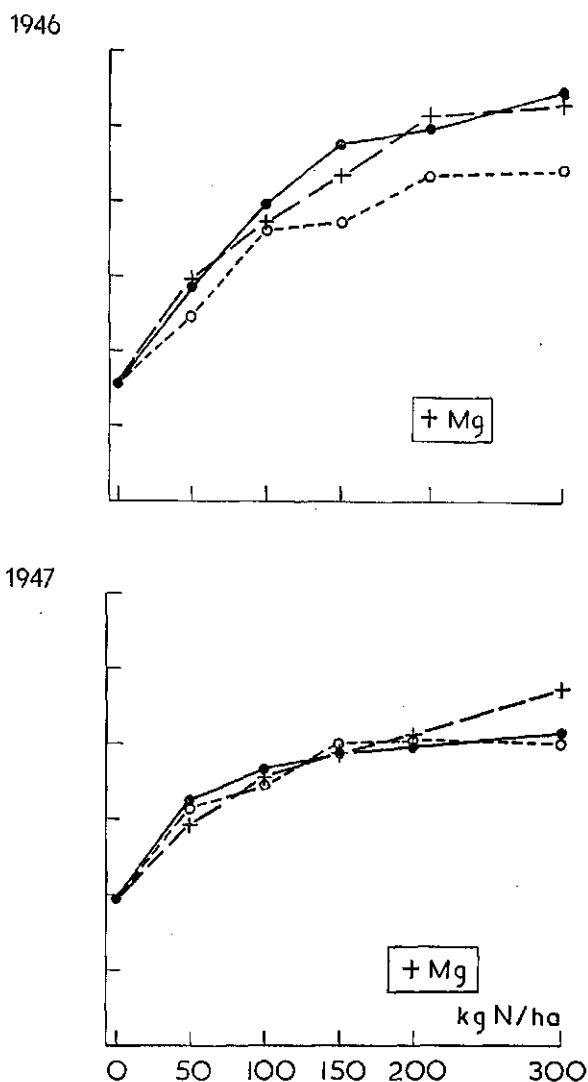
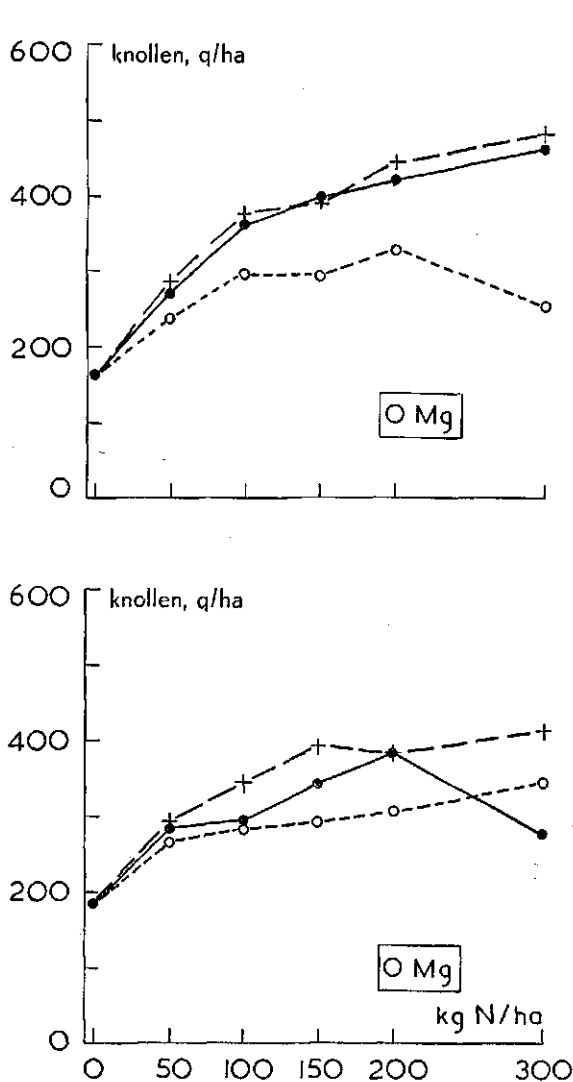
het feit, dat bij bemesting met kalkammonsalpeter het magnesiumgehalte van de grond beter op peil bleef dan met afwisselend ammoniumsulfaat en calciumnitraat. In het laatstgenoemde geval werd de uitspoeling door am-

moniumsulfaat als gevolg van pH-verlaging (zie tabel 5) en de onttrekking van magnesium door het gewas door kalksalpeter bevorderd (zie de in *Plant and Soil* verschenen publicatie 5).

PROEVEN MET AARDAPPELEN

De resultaten van de in 1946, 1947, 1948 en 1949 op het proefveld Pr 662 uitgevoerde proeven met aardappelen, zijn in fig. 9 in grafiek gebracht. Evenals bij de granen zien we ook hier zonder magnesiumbemesting de hoogste opbrengsten bij bemesting met kalkammonsalpeter. Zoals boven is opgemerkt en

zoals uit de cijfers voor opneembaar magnesium blijkt (5), is dit een gevolg van een betere conservering van het in de grond aanwezige magnesium bij bemesting met kas. Toch is de opbrengst van de met kalksalpeter bemeste aardappelen slechts weinig lager dan die met kas; met za is de opbrengst daarentegen steeds aanzienlijk lager. Aangezien de za- en ks-bemestingen elkaar ieder jaar afwisselden, is dit



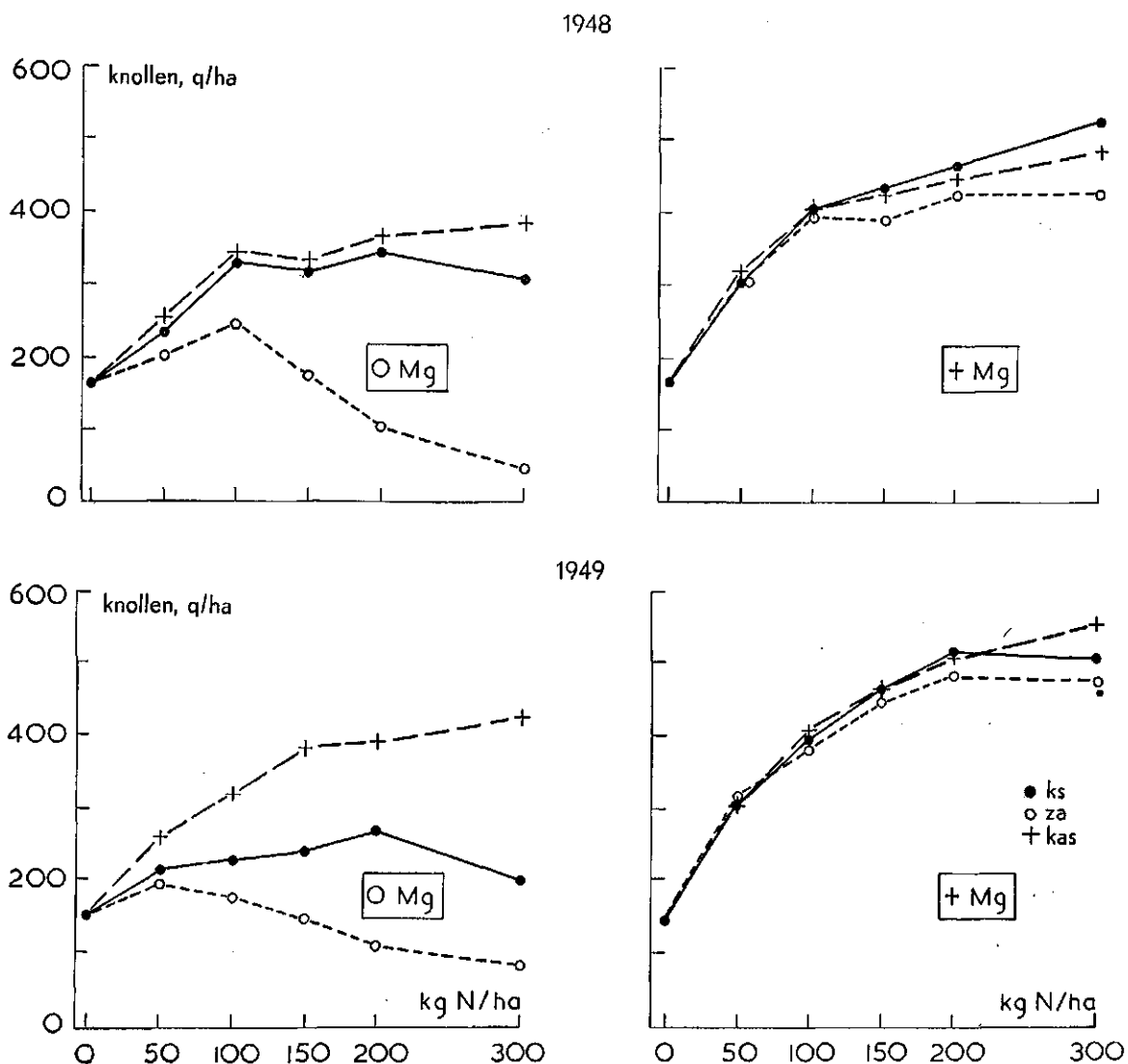
opbrengstverschil blijkbaar te danken aan de direkte invloed van deze meststoffen op de magnesiumopneming.

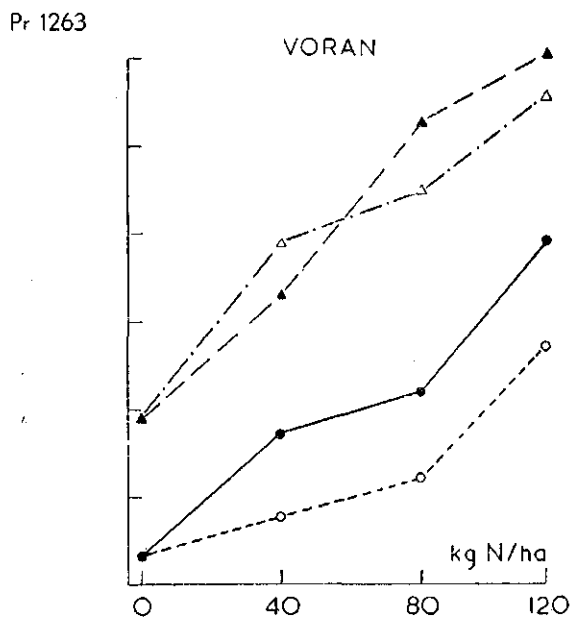
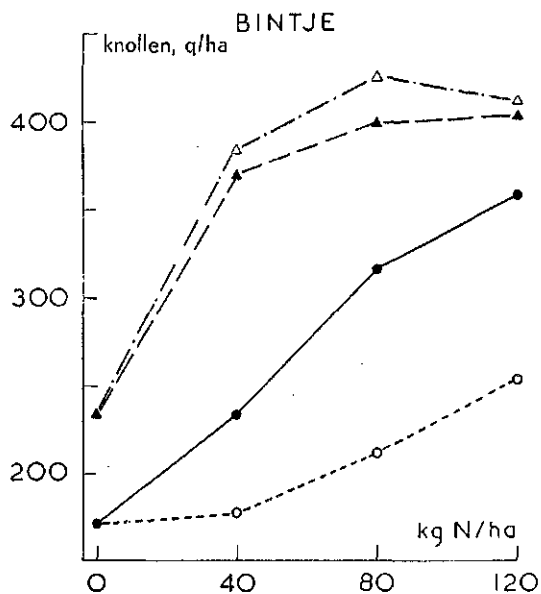
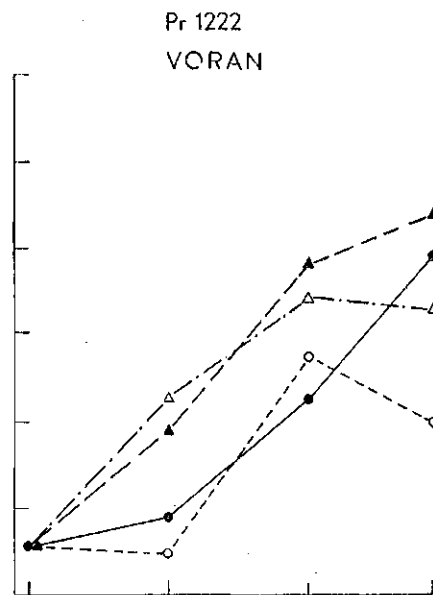
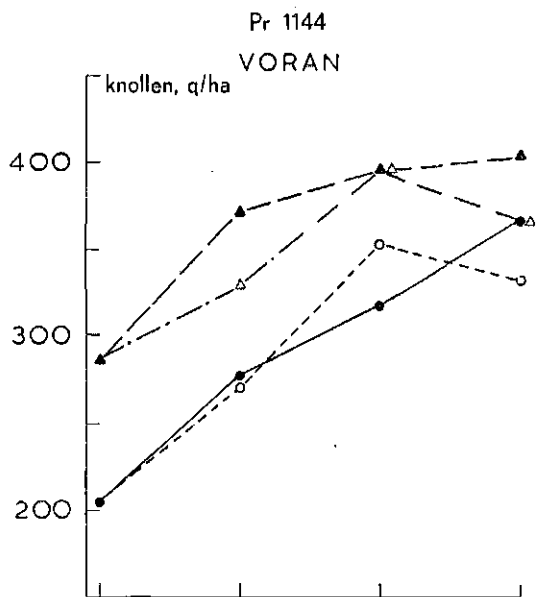
De resultaten van enkele andere veldproeven met aardappelen, zijn in fig. 10 in grafiek gebracht. Ook hier zien we de gunstige invloed van nitraatstikstof op de magnesiumvoeding. Het blijkt vooral uit het feit, dat het verschil tussen niet en wel met magnesium bemeste

veldjes kleiner wordt, naarmate meer nitraat is gegeven.

Fig. 11 demonstreert het „magnesiumeffect” van kalkammonsalpeter op de verschijnselen van magnesiumgebrek in het blad en op de knolopbrengsten. De cijfers voor magnesium-

Fig. 9 — Als fig. 8. Aardappelen (Vorán).
+ Mg = 200 kg kieseriet per ha.





● ks
○ za
▲ ks+Mg
△ za+Mg

Fig. 10 — Opbrengst van aardappelen gegroeid op zure zandgronden bij stijgende hoeveelheden stikstof in de vorm van kalksalpeter (ks) en zwavelzure ammoniak (za), zonder en met

150 kg kieseriet per ha. (Pr 1144, $pH(H_2O)$ 5.1, 4.8% org. stof; Pr 1222: $pH(H_2O)$ 4.7, 7.1% org. stof; Pr 1263: $pH(H_2O)$ 5.0, org. stof 4.2%).

gebrek zijn \pm half juli gegeven door de heer Boskma. Dat dit „magnesiumeffekt” niet berust op de kleine hoeveelheid magnesium, die als verontreiniging in de mergel van kalkammonsalpeter kan voorkomen, doch op de bevordering van de opneming van in de grond reeds aanwezige magnesium door nitraat, blijkt uit het feit, dat bij een gift van 80 kg MgO zonder stikstofbemesting veelal aanzienlijk sterker magnesiumgebrek in de bladeren voorkomt dan bij een flinke gift kas zonder magnesium. Ook in de opbrengstcijfers komt het „magnesiumeffekt” van kas tot uiting.

Dat kalkammonsalpeter bij aardappelen zich

gedraagt als een nitraatmeststof, terwijl ammoniumnitraat bij granen tussen nitraat en ammoniumsulfaat in staat, moet vermoedelijk worden toegeschreven aan het feit, dat bij aardappelen de stikstof reeds bij het poten wordt toegediend, d.w.z. 1–2 maanden vóór de opneming van de stikstof enigszins van belang wordt. In deze periode is, vooral op niet al te zure gronden, reeds een aanzienlijk deel van de in kas aanwezige ammoniakstikstof genitriciseerd. Bij granen is de tijd tussen toediening en opneming van de stikstof meestal aanzienlijk korter dan bij aardappelen, zodat er minder tijd voor nitrificatie is.

DIREKTE WERKING EN NAWERKING VAN AMMONIUMSULFAAT EN CALCIUMNITRAAT OP DE MAGNESIUMVOORZIENING VAN LANDBOUWGEWASSEN

Om de directe werking en de nawerking van een stikstofbemesting in de vorm van ammoniumsulfaat en calciumnitraat in verband met de magnesiumvoeding te kunnen vergelijken, hebben wij in 1952 twee proefvelden, Pr 1312 en Pr 1325, aangelegd op zure zandgrond in Noord-Brabant. Het plan van deze proeven was als volgt: Eén serie veldjes (A) werd vanaf 1952 ieder jaar bemest met opklimmende hoeveelheden stikstof in de vorm van ks en za. Een tweede serie (B) ontving deze bemesting één maal in de twee jaar (1952 en 1954) en een derde serie (C) eens per drie jaar (1953). In de jaren, dat niet met ks en za werd bemest, werd een uniforme bemesting toegepast met ammoniumnitraat op alle veldjes, uitgezonderd de 0 N-veldjes. Magnesium, indien verstrekt, werd alleen toegediend in de jaren, waarin met ks en za werd bemest, doch niet in de jaren met ammoniumnitraat. Om een te sterke verzuring te compenseren, hebben wij in de herfst van 1953 de veldjes, die met ammoniumsulfaat waren bemest, bekalkt met magnesiumvrije calciumcarbonaat (1 kg per 1 kg ammoniumsulfaat, toegediend in de jaren 1952 en 1953). In 1952 en 1955 werden aardappelen verbouwd, in 1953 maïs en in 1954 haver. Als basisbemesting ontvingen de granen 100 kg P_2O_5 per ha als dubbelsuperfosfaat en 120 kg K_2O per ha als K-zout-40. Aardappelen werden bemest met 120 kg P_2O_5 per

ha als dubbelsuperfosfaat en 250 kg K_2O per ha als kaliumsulfaat.

De resultaten van deze proeven zijn in de figuren 12 en 13 in grafiek gebracht. Ze zijn in overeenstemming met die van de bovenbeschreven pot- en veldproeven, nl. veel sterker magnesiumgebrek bij bemesting met zwavelzure ammoniak dan met kalksalpeter.

In 1953 kon een vergelijking worden gemaakt tussen directe werking (C-serie), nawerking (B-serie) en cumulatieve werking (A-serie) van ammoniumsulfaat en calciumnitraat op de magnesiumvoeding. Hoewel de N-giften in 1952 hoger waren dan in 1953, als gevolg van de grotere stikstofbehoefte van aardappelen t.o.v. die van maïs, was de nawerking van een bemesting met ammoniumsulfaat (B-veldjes) op de magnesiumvoeding van de maïsplanten op het proefveld Pr 1325 iets minder nadelig dan de directe werking (C-veldjes). Op laatstgenoemd proefveld werd vrijwel geen opbrengst van de maïs verkregen, indien twee jaar achter elkaar ammoniumsulfaat als N-meststof was gegeven. Een bemesting met 80 kg MgO per ha als $MgSO_4 \cdot H_2O$ gaf een aanzienlijk hogere maïsopbrengst, doch de opbrengsten waren op het proefveld Pr 1325 nog aanzienlijk lager dan met $Ca(NO_3)_2$ + magnesium. Op proefveld Pr 1312 was bij bemesting met magnesium het verschil in maïsopbrengst tussen za- en ks-veldjes gering. In 1954 en 1955

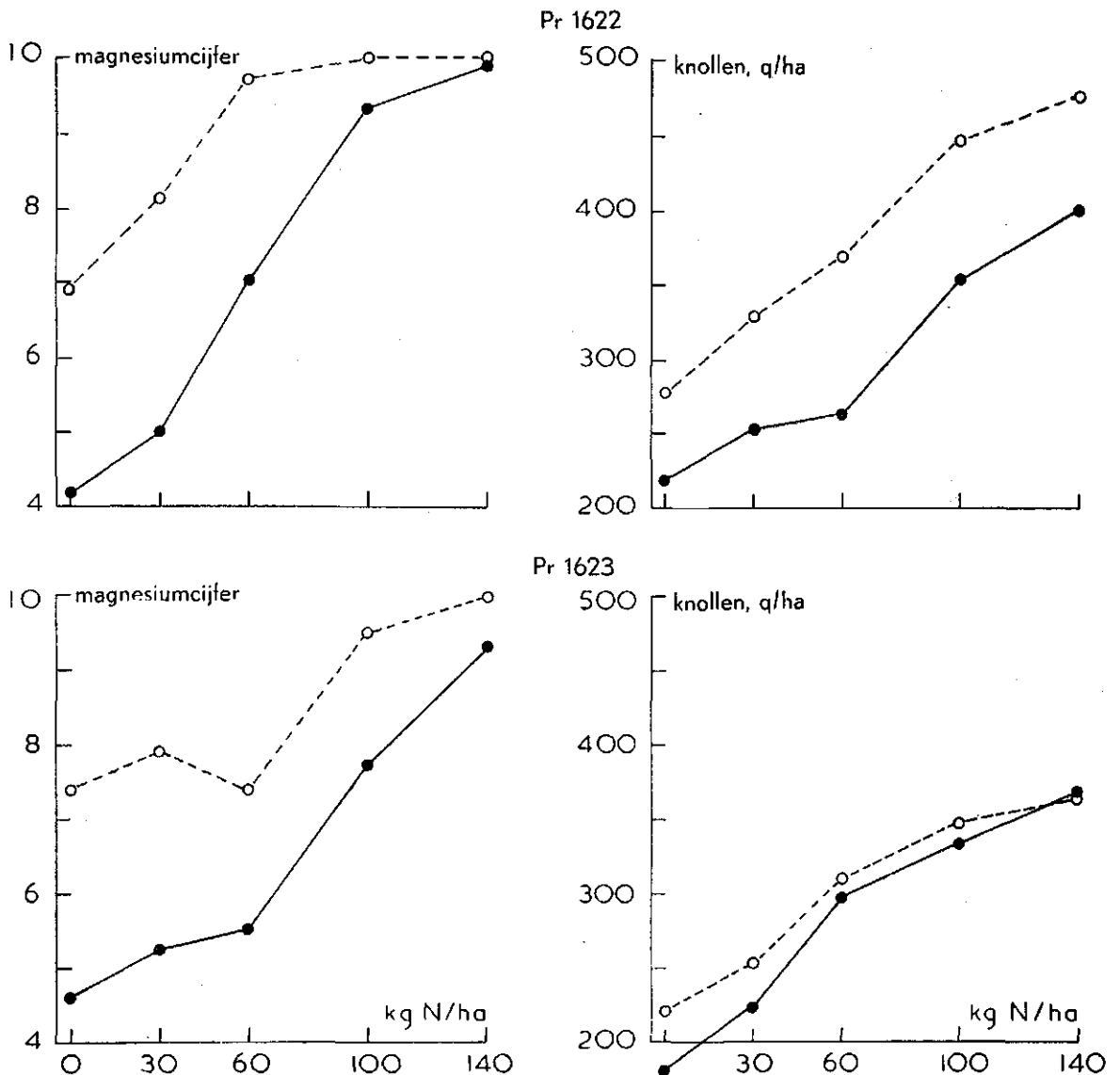
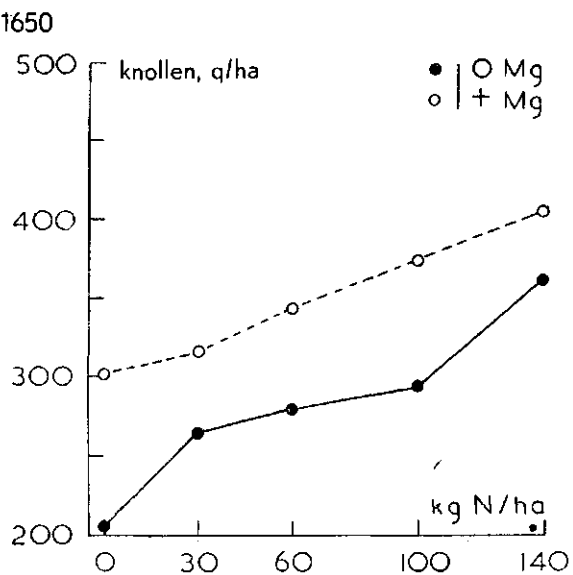
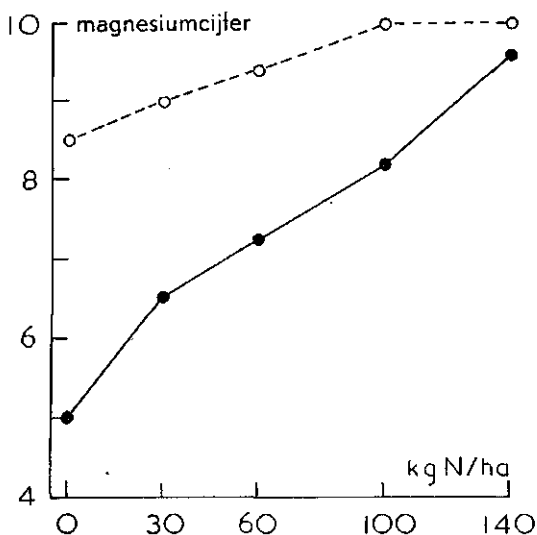
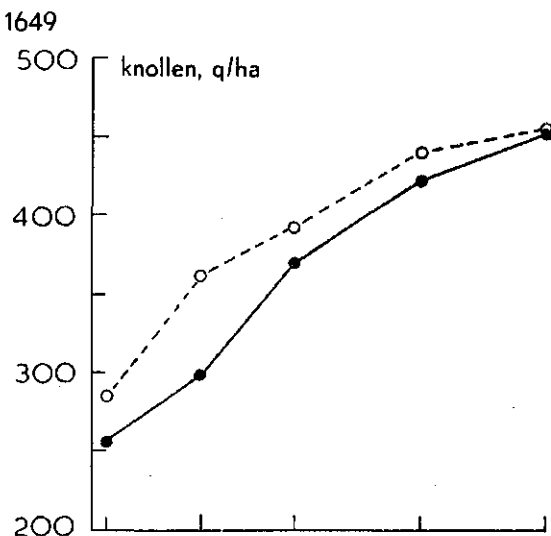
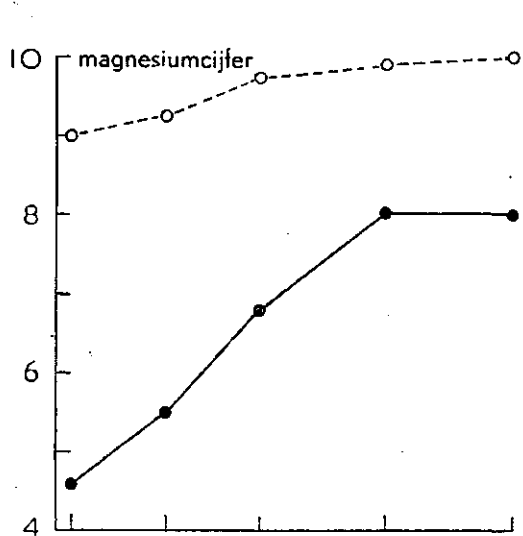


Fig. 11 — Magnesiumgebreksverschijnselen in het loof (4 = ernstig gebrek, 10 = gezond) en knolopbrengsten van aardappelen (Vorán), gegroeid op zure zandgronden bij opklimmende hoeveelheden kalkammonsalpeter zonder en met 80 kg MgO per ha (als kieseriet). pH (H₂O) van de 4 gronden (resp. Pr 1622, 1623, 1649 en 1650): 5.4, 5.0, 5.6 en 4.9. Gehalten aan organische stof: 4.0, —, 4.8 en 12.0.

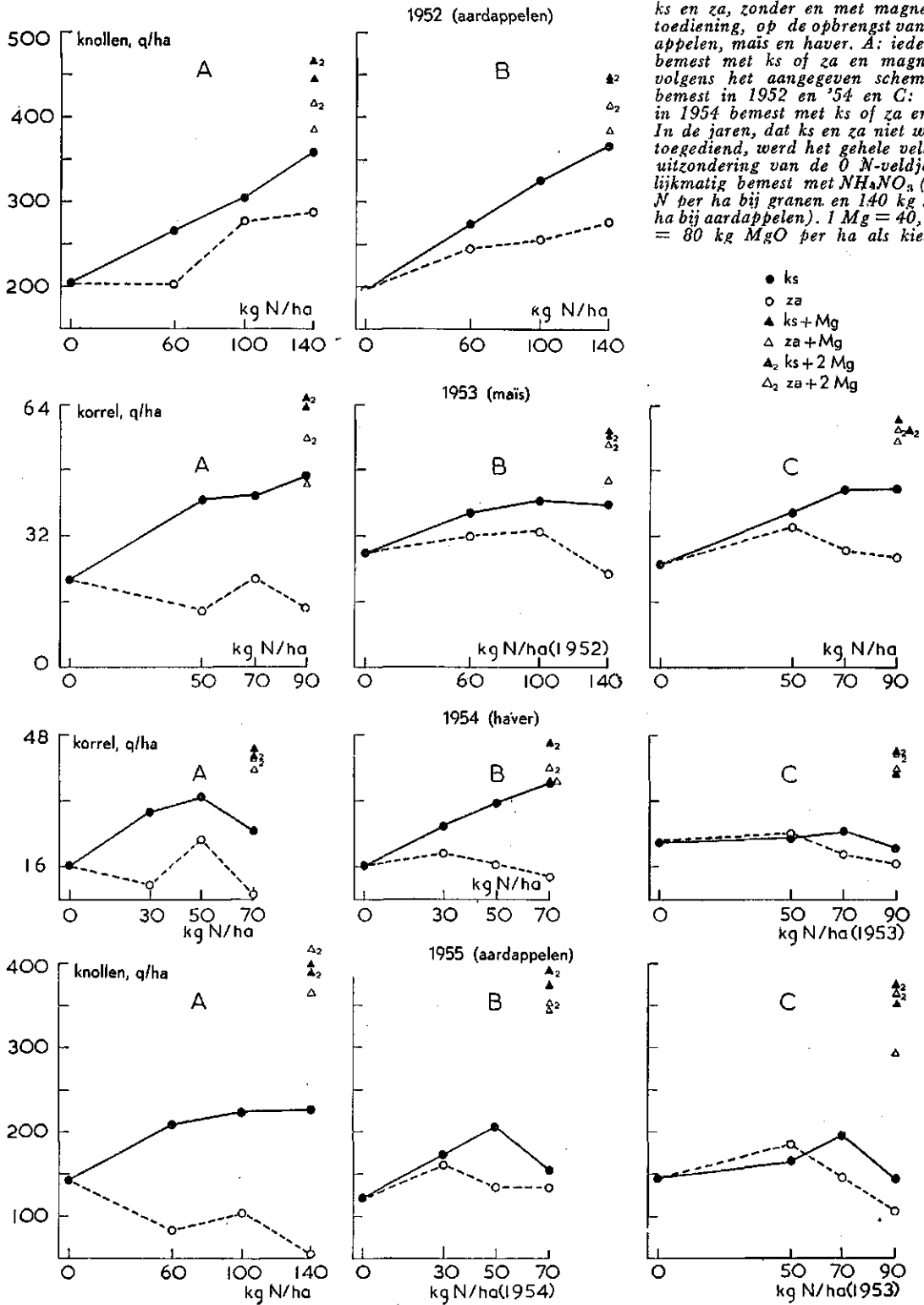
werden op de A-veldjes van beide proefvelden bij bemesting met magnesium vrijwel normale opbrengsten met ammoniumsulfaat verkregen. Dit bewijst, dat de misoogst van het haver-gewas in 1954 en van de aardappelen in 1955 bij bemesting met ammoniumsulfaat en zonder magnesiumtoediening een gevolg is geweest van een onvoldoende magnesiumvoorziening van deze gewassen. Door een ruime voorzie-

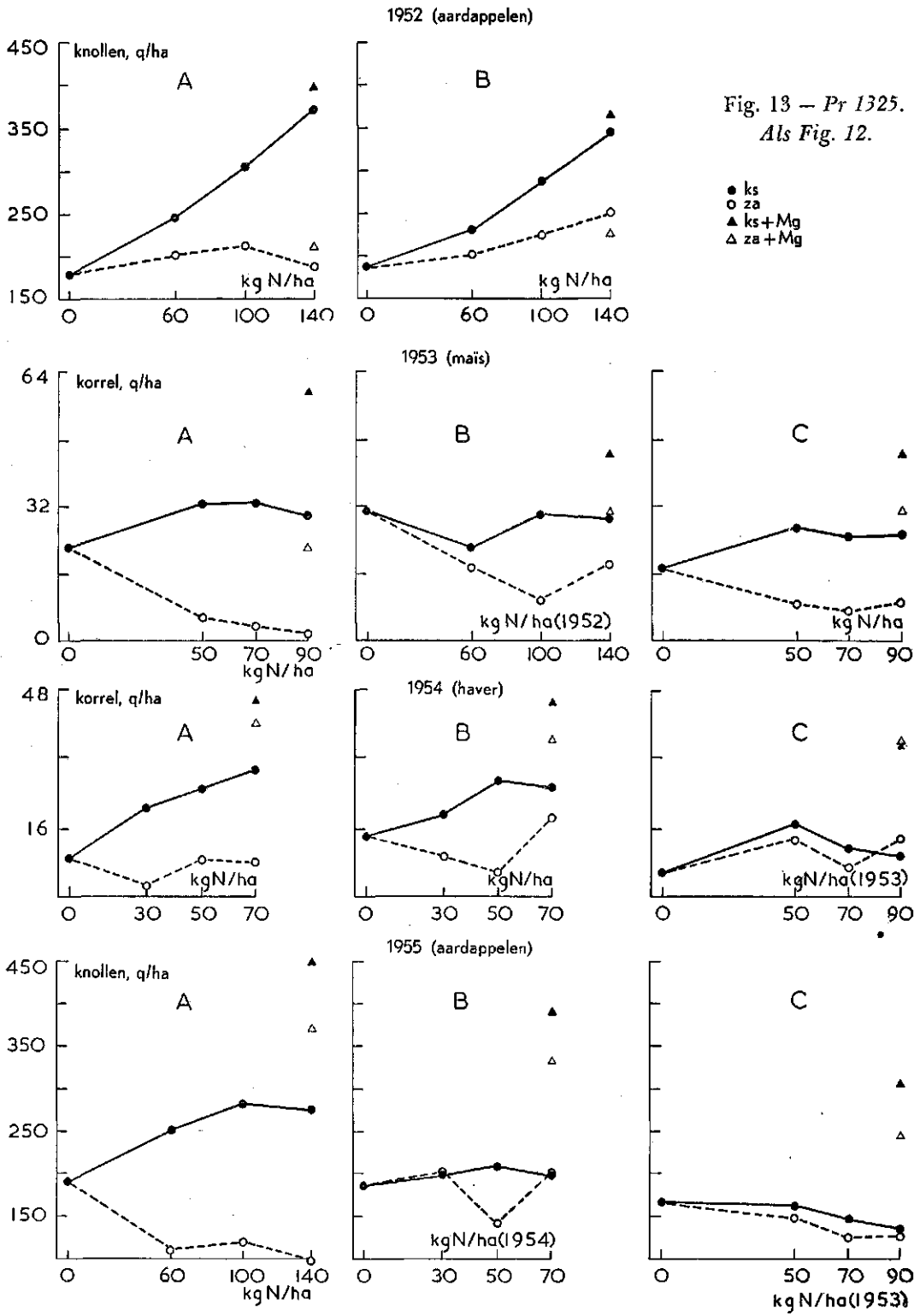


ning met magnesium blijkt het op deze gronden mogelijk te zijn bij een $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -waarde van 4,6 normale opbrengsten aan aardappelen te verkrijgen, zelfs bij een bemesting met ammoniumsulfaat. Hetzelfde geldt voor haver bij een $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ waarde van 4,8 (Pr 1312) en 5,0 (Pr 1325); (voor de pH-cijfers van deze proefvelden zie tabel 6). Dergelijke lage pH-cijfers zijn echter niet aan te bevelen; de uit-

spoeling van het magnesium neemt dan grote vormen aan, waardoor bij weglating van de magnesiumbemesting het magnesiumgehalte binnen weinige jaren weer tot op een laag niveau zal zijn gezakt (zie tabel 2 voor het verband tussen pH van de grond en het gehalte aan opneembaar magnesium). Ook andere factoren kunnen door een lage pH van de grond ongunstig worden beïnvloed. Zo is de

Fig. 12 — Pr 1312. Invloed van stijgende stikstofgiften in de vorm van ks en za, zonder en met magnesiumtoediening, op de opbrengst van aardappelen, mais en haver. A: ieder jaar bemest met ks of za en magnesium volgens het aangegeven schema. B: bemest in 1952 en '54 en C: alleen in 1954 bemest met ks of za en Mg. In de jaren, dat ks en za niet werden toegediend, werd het gehele veld met uitzondering van de 0 N-veldjes gelijkmatig bemest met NH_4NO_3 (70 kg N per ha bij granen en 140 kg N per ha bij aardappelen). 1 Mg = 40, 2 Mg = 80 kg MgO per ha als kieseriet.





TABEL 6 — DIREKTE WERKING, NAWERKING EN CUMULATIEVE WERKING VAN CALCIUMNITRAAT EN AMMONIUMSULFAAT OP DE pH (H₂O) VAN DE GROND*) (PROEVEN 1312 EN 1325)

Pr., jaar en gewas	A ks en za in 1952, '53, '54 en '55			B ks en za in 1952 en '54			C ks en za in 1953		
	kg N per ha	ks	za	kg N per ha	ks	za	kg N per ha	ks	za
1312, 1952 aardappelen	0	4,9	4,9	0	4,9	4,9	0	—	—
	60	5,0	4,6	60	4,9	4,7	140*	—	—
	100	5,0	4,7	100	5,0	4,7	140*	—	—
	140	5,0	4,6	140	5,0	4,7	140*	—	—
1312, 1953 maïs	0	4,8	4,8	0	5,0	5,0	0	4,8	4,8
	50	4,9	4,5	70*	4,9	4,8	50	4,8	4,7
	70	4,9	4,6	70*	4,8	4,7	70	5,0	4,6
	90	4,9	4,4	70*	4,8	4,8	90	4,8	4,5
1312, 1954**) haver	0	4,8	4,8	0	4,8	4,8	0	4,8	4,8
	30	5,0	4,7	30	4,9	4,8	70*	4,8	4,8
	50	5,0	4,8	50	4,9	4,8	70*	4,9	4,7
	70	5,0	4,8	70	4,8	4,7	70*	4,7	4,7
1312, 1955 aardappelen	0	4,7	4,7	0	4,8	4,8	0	4,6	4,6
	60	4,8	4,5	140*	4,7	4,6	140*	4,6	4,6
	100	4,8	4,7	140*	4,7	4,6	140*	4,6	4,6
	140	4,8	4,5	140*	4,6	4,7	140*	4,6	4,6
1325, 1952 aardappelen	0	4,7	4,7	0	4,9	4,9	0	—	—
	60	4,7	4,5	60	4,7	4,5	140*	—	—
	100	4,8	4,4	100	4,7	4,4	140*	—	—
	140	4,9	4,4	140	4,8	4,4	140*	—	—
1325, 1953 maïs	0	4,8	4,8	0	4,9	4,9	0	4,8	4,8
	50	4,7	4,4	70*	4,7	4,7	50	4,7	4,5
	70	4,8	4,4	70*	4,7	4,6	70	4,7	4,4
	90	4,8	4,4	70*	4,7	4,6	90	4,6	4,4
1325, 1954**) haver	0	5,0	5,0	0	4,9	4,9	0	4,9	4,9
	30	5,0	5,0	30	4,9	4,9	70*	4,9	4,8
	50	5,0	4,9	50	5,0	4,9	70*	4,9	4,8
	70	5,1	5,1	70	5,0	4,9	70*	4,8	4,9
1325, 1955 aardappelen	0	4,6	4,6	0	4,7	4,7	0	4,6	4,6
	60	4,7	4,6	140*	4,7	4,7	140*	4,5	4,5
	100	4,7	4,6	140*	4,6	4,7	140*	4,5	4,6
	140	4,7	4,6	140*	4,7	4,7	140*	4,5	4,6

*) Monsters in de herfst genomen, pH gemeten met de chinhydronelectrode.

***) CaCO₃, praktisch vrij van magnesium, 1 kg per kg za in 1952 en 1953, is gegeven in december 1953.

*) N in de vorm van NH₄NO₃.

ontwikkeling van het wortelstelsel meestal minder goed, de fosfaatvoorziening kan ongunstig worden beïnvloed door een sterkere vastlegging en het gevaar voor mangaanvergiftiging wordt groter.

SAMENVATTING

De magnesiumvoeding van landbouwgewassen hangt ten nauwste samen met de stikstofbemesting; zowel de vorm, waarin de stikstof wordt toegediend als de hoeveelheid meststof zijn van belang. Ammoniumsulfaat heeft een slechte invloed op de magnesiumvoeding, calcium- en natriumnitraat een gunstige; de werking van kalkammonsalpeter staat tussen die van de ammoniak- en nitraatmeststoffen in.

Bij deze stikstofwerking heeft men zowel met een direkte als met een indirecte invloed te maken. NH_4 -ionen en H-ionen, die bij de NH_4 -opneming door de plantenwortels worden uitgewisseld, oefenen evenals K-ionen een remmende (antagonistische) werking uit op de Mg-opneming. Hoe hoger de N-gift en hoe zuurder de grond, hoe sterker dit effect. Nitraten daarentegen bevorderen de magnesiumopneming.

Behalve deze direkte N-werking heeft men, in het bijzonder bij zwavelzure ammoniak, te maken met een indirecte werking op de magnesiumvoorziening. De verzuring van de grond, die het gevolg is van een bemesting met deze N-meststof, veroorzaakt een uitwisseling van het door de bodembestanddelen geadsorbeerde magnesium, waarna laatstgenoemd element door de herfst- en winterregens kan worden uitgespoeld.

Uit onze proeven is gebleken, dat magnesiumgebrek de voornaamste oorzaak vormt van de slechte plantengroei op onze zure zand- en veengronden. Versterkte vastlegging van fosfaat, overmaat aan mangaan en daardoor een geremde opneming van molybdeen, zijn van veel minder grote betekenis. Door een ruime toevoer van magnesium blijkt het op vele lichte gronden mogelijk te zijn, bij zeer lage pH-waarden goede opbrengsten te verkrijgen. Om dit te bereiken is het gewenst de stikstof in de vorm van een nitraat toe te dienen. Voor het verkrijgen van een blijvende vruchtbaarheidsverbetering van zure gronden is echter in vele gevallen een opvoering van de pH, zonodig met een magnesiumhoudende kalkmeststof, een gebiedende eis.

LITERATUUR

- 1) CASTENMILLER, G. M., Wat is er met het magnesium aan de hand? Maandbl. Landbouwwerld. 8, 148—162 (1951).
- 2) FERRARI, Th. J. en SLUIJSMANS, C. M. J., Mottling and magnesium deficiency in oats and their dependence on various factors. Plant and Soil 6, 262—299 (1955).
- 3) HUDIG, J. en MEYER, G., De Hooghalensche ziekte, een nieuwe bodemziekte op zand- en veengronden. Directie van den Landbouw, 's-Gravenhage (1918).
- 4) ITALLIE, Th. B. VAN, Magnesiummangel und Ionenverhältnisse in Getreidepflanzen. Bodenk. u. Pflanzenernähr. 5, 303—334 (1937).
- 5) MULDER, E. G., Nitrogen-magnesium relationships in crop plants. Plant and Soil 7, 341—376 (1956).
- 6) SAMSON, S., Onttrekking van voedingsstoffen door akkerbouwgewassen. Landbouwgids 1956, 268—269 (1956).
- 7) SMIT, J. en MULDER, E. G., Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals. Mededeelingen Landbouwhoogeschool. 46, no. 3. 43 pp. (1942).