

**MANGAANGEBREK
EN MANGAANVERGIFTIGING
BIJ LANDBOUWGEWASSEN (*)**

door

D. STENUIT en R. PIOT

Directeur en assistent bij de Bodemkundige Dienst van België
te Heverlee

UITTREKSEL VAN « AGRICULTURA »

Maart 1960

Band VIII, 2^{de} Reeks, n^r 1.

MANGAANGEBREK EN MANGAANVERGIFTIGING BIJ LANDBOUWGEWASSEN (*)

door

D. STENUIT en R. PIOT

Directeur en assistent bij de Bodemkundige Dienst van België
te Heverlee

INHOUD

Inleiding.

Hoofdstuk I : Mangaangebrek.

- A. Uitvoering van de potproeven.
- B. Kenmerken van mangaangebrek bij de planten.
- C. Gevoeligheid van de gewassen voor mangaangebrek.
- D. Invloed van mangaangebrek op de scheikundige samenstelling van de planten.
- E. Invloed van mangaangebrek op de kwaliteit van de gewassen.
 - 1. — Verband tussen mangaangebrek en het soortelijk gewicht van het graan.
 - 2. — Verband tussen mangaangebrek en de weerstand der gewassen tegen vorst en sproeischaad.

Hoofdstuk II : Mangaanvergiftiging.

- A. Uitvoering van de potproeven.
- B. Mangaanvergiftigingsverschijnselen en middelen om ze te herkennen.

(*) Deze opzoekingen werden uitgevoerd dank zij de steun van het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw te Brussel (I.W.O.N.L.)

Hoofdstuk III: Verspreiding van mangaanvoedingsziekten in België.

1. Mangaangebrek.
2. Mangaanvergiftiging.

Samenvatting — Résumé — Summary.

Bibliografie.

INLEIDING

Sedert 1954 wordt door de Bodemkundige Dienst van België te Heverlee op gebied van mangaan in grond en plant opzoekingswerk verricht. Onderstaand artikel zal enkel handelen over het optreden van mangaanvoedingsziekten, de verspreiding ervan in België en een paar aspecten over de invloed van mangaangebrek op de kwaliteit van de planten. Wij gebruiken hier speciaal de term mangaanvoedingsziekten daar in de praktijk zowel Mn-overmaat als Mn-gebrek voorkomt.

Het optreden van Mn-gebrek en Mn-vergiftiging is sterk met de pH-toestand van de grond verbonden. Zo zal de Mn-vergiftiging praktisch allen voorkomen op sterk zure gronden, terwijl het Mn-gebrek eerder wijst op een te hoge pH (overbekalking) (1), (2), (3), (4).

Dikwijls gelijken daarenboven de verschijnselen van Mn-gebrek en Mn-overmaat zeer sterk op elkaar, zodat dit in de praktijk reeds meermaals vergissingen veroorzaakte. Dit is o.a. het geval bij gerst, beten, tabak.

De Mn-voedingsziekten werden door de Bodemkundige Dienst van België te Heverlee verwekt op een dertigtal verschillende plantesoorten. Deze proeven gingen door in zandkultuur, waarbij gebruik werd gemaakt van grof wit kwartszand van Mol. De gevolgde proeftechniek was verschillend naargelang Mn-vergiftiging of Mn-gebrek werd beoogd (*).

(*) Eerstdaags zal over de mangaanvoedingsziekten een kleurenatlas verschijnen, uitgegeven door de Bodemkundige Dienst van België te Heverlee.

Hoofdstuk I

MANGAANGEBREK

A. Uitvoering van de potproeven

De potproeven gingen door volgens de techniek van HEWITT (5). De potproeven werden vóór het aanzetten van de proef langs binnen bestreken met Mn-vrij bitumen. Het gebruikte grof kwartzand werd gedurende 7 dagen gedrenkt in een 50 % HCl oplossing en vervolgens nagespoeld. Het water voor het gieten, spoelen van de voedingsoplossingen, was gedemineraliseerd water met een weerstand van ongeveer 1.000.000 Ohm (bij 18° C) en een Mngehalte $< 3 \text{ dpm} \times 10^{-3}$.

De voedingsoplossingen werden samengesteld volgens de formule van HEWITT. Aan een regelmatige controle onderworpen, moesten ze steeds minder dan $5 \text{ dpm} \times 10^{-3}$ Mn bevatten.

In de proef kwamen voor ieder gewas slechts twee objecten voor :

- 1) bemest met de volledige voedingsoplossing,
- 2) bemest met dezelfde voedingsoplossing doch zonder mangaan.

Dit liet ons toe de Mn-gebreksverschijnselen bij de meest voorkomende Belgische land- en tuinbouwgewassen te verwekken. Zo beschikten we tevens over het nodige plantenmateriaal voor verder onderzoek naar de invloed van Mn-gebrek op de samenstelling en de kwaliteit van de planten.

B. Kenmerken van mangaangebrek bij de planten

De verschijnselen van Mn-gebrek verschillen enigszins van plantesoort tot plantesoort. Er bestaan evenwel een aantal gemeenschappelijke kenmerken die als volgt kunnen samengevat worden :

1) Mn-gebrek veroorzaakt steeds een geelachtige verkleuring van de bladeren, die te wijten is aan chlorofielgebrek.

2) Deze geelachtige verkleuring begint meestal eerst bij de jongste plantedelen, dit in tegenstelling met magnesiumgebrek, dat zich eerst op de oudste bladeren vertoont.

3) Bij de tweezaadlobbigen komt de gele verkleuring op de bladeren eerst voor op die delen van het blad, die het verst van de kleine nerven verwijderd zijn. Dit geeft aan de bladeren dikwijls een geel-groen gemarmerd uitzicht waarbij de omgeving van de nerven het langst groen blijft.

4) In een verder gevorderd stadium verschijnen er talrijke nekrotische vlekjes op de bladeren.

Bij haver veroorzaakt Mn-gebrek de welbekende «veenkoloniale haverziekte» («Grey speck disease» — «Dörrfleckenkrankheit»). Hierbij is vooral typisch, naast de gele verkleuring, het optreden van onregelmatige grijs-bruine nekrotische vlekken. Deze vlekken komen

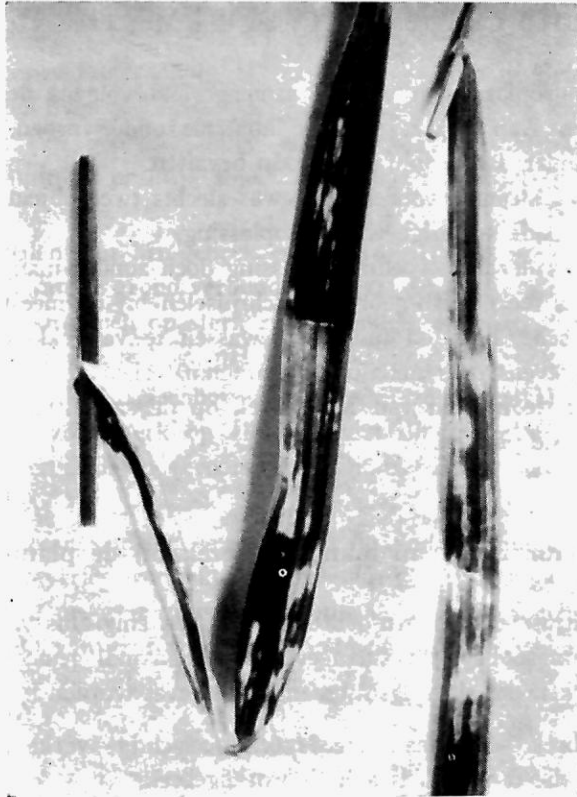


Fig. 1.

Mangaangebrek bij haver.

Carence en manganèse chez l'avoine.

in het begin hoofdzakelijk rond het middendeel van de bladlengte voor, zodat het blad op deze plaats doorknipt. Op te merken valt dat de bladpunt het langst groen blijft.

Ook op andere graangewassen kunnen we in de praktijk Mn-gebrek aantreffen, bv. op gerst, tarwe en rogge. Het is eveneens gekenmerkt door vergeling en nekrotische vlekken op de bladeren.

Op haver en zomergerst is Mn-gebrek in ons land het best kenbaar tijdens de periode van half mei tot begin juni. Voor magnesiumgebrek daarentegen loopt deze periode van april tot begin mei.

Bij erwten zijn de zogenaamde « kwade harten » zeer kenmerkend voor Mn-gebrek, waarbij het centrum van de vruchten gans bruin wordt (zie foto).

Het is geenszins onze bedoeling in dit artikel een gedetailleerde opsomming te geven van de gebreksverschijnselen bij de verschillende gewassen; hiervoor verwijzen we naar de atlas die over korte tijd zal verschijnen met kleurenfoto's van de verschillende planten.

Wij willen hier evenwel nog speciaal de aandacht trekken op het Mn-gebrek bij beten, tabak en vooral bij fruitbomen. Bij beten en tabak is Mn-gebrek op het eerste gezicht moeilijk te onderscheiden van Mn-vergiftiging. Het veroorzaakt een spichtige groei, een geel uitzicht en talrijke nekrotische vlekjes. Bij tabak heeft het daarenboven dwerggroei voor gevolgd, d.w.z. dat de stengel weinig of hoege-naamd niet ópschiet.

Voor fruitbomen dient onderscheid gemaakt te worden tussen Mn- en Mg-gebrek. Het uitzicht van de bladeren laat dit reeds toe, doch ook het feit dat de Mg-gebreksverschijnselen steeds eerst op de oudste bladeren voorkomen en een vroegtijdige bladval veroorzaken, wat bij Mn-gebrek niet het geval is.

C. Gevoeligheid van de gewassen voor mangaangebrek

Niet alleen met de potproeven, doch ook dank zij onze talrijke Mn-proefvelden en veldwaarnemingen, hebben wij hiervoor een ondervinding opgedaan, die ons toelaat de gewassen te rangschikken volgens hun gevoeligheid voor Mn-gebrek.

Tussen de graangewassen zijn haver en zomergerst het meest gevoelig. Wij kunnen ze ongeveer zo rangschikken: haver > zomergerst > tarwe > rogge. De grassen, klavers, cichorei en aardappe-

len lijden, tenminste voor wat de opbrengst betreft, weinig onder mangaangebrek, al zijn ons gevallen bekend van duidelijk mangaangebrek bij aardappelen. Tussen de landbouwhakvruchten zijn beten wel het meest gevoelig, gevolgd door kruisbloemigen en verder ook door erwten en bonen.

Bij de groenten lijden vooral tomaten en spinazie het gemakkelijkst aan mangaantekort.

Bij het fruit vermelden we in de eerste plaats de appelaars en perzikbomen, terwijl perelaars, pruimebomen en kerselaars minder gevoelig zijn, ook al komen hierop gebrektekens voor.

Tussen de bloemen is Mn-gebrek in de eerste plaats te vrezzen voor rozen.

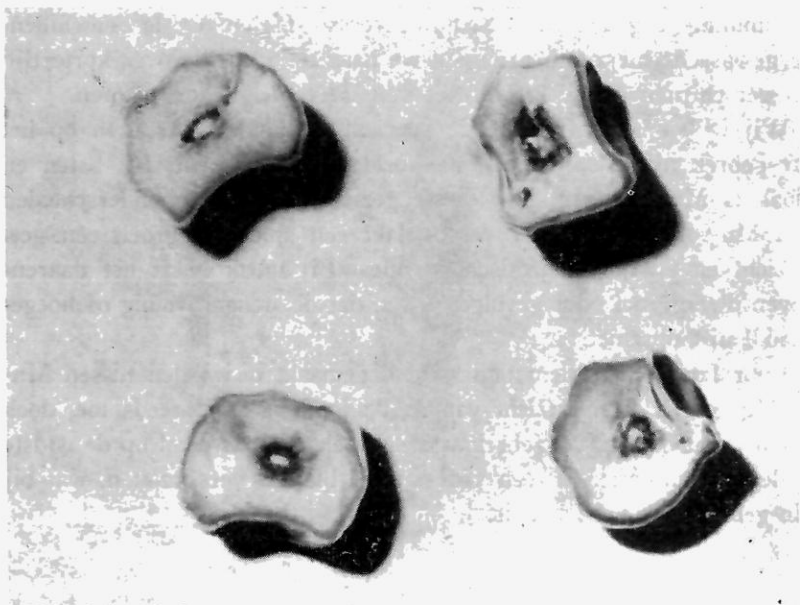


Fig. 2.

« Kwade harten » bij erwten, een gevolg van mangaangebrek.

Carence en manganèse chez les pois.

D. Invloed van mangaangebrek op de scheikundige samenstelling van de planten

In de eerste plaats werd nagegaan welke de invloed is van het Mn-

TABEL I.
Ontledingsuitslagen van de haver, met en zonder Mn-bemesting en in verschillende groeistadia.

<i>Aantal dagen na het zaaien</i>	<i>Objekt</i>	<i>Vocht-gehalte</i>	<i>As-gehalte</i>	<i>T.R. eiwit</i>	<i>MnO</i>	<i>MgO</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>
34	volledig bemest	89,2	18,5	52,2	34,6	500	1900	7500	1170	24
	zonder mangaan	89,8	19,0	52,6	5,3	552	2000	8000	1120	24
61	volledig bemest	86,8	10,6	20,0	25,0	491	1252	4491	1562	66
	zonder mangaan	89,4	17,1	33,1	1,9	861	1750	7125	1890	82
95	volledig bemest	63,4	8,1	11,0	18,3	542	1022	2873	2297	86
	zonder mangaan	79,7	12,8	14,1	1,5	736	1540	4595	2900	92
105	volledig bemest	38,7	10,7	11,3	28,9	647	1033	3497	3750	147
	zonder mangaan	78,9	13,7	19,5	1,5	621	1520	5000	2487	86
graan	volledig bemest	10,0	6,0	21,8	16,4	439	1581	1327	566	7
	zonder mangaan	31,3	7,4	17,8	3,1	755	1405	1700	785	10

gebrek op het chlorofiel-gehalte van de bladeren. Hiertoe werden mergkolen in potkultuur gekweekt. Gevonden werd, dat bij Mn-gebrek het chlorofielgehalte slechts 6,8 % bedroeg van wat bij een volledige bemesting werd gevonden.

Vervolgens werd de invloed van Mn-gebrek op de scheikundige samenstelling van een havergras onderzocht, waartoe een potkultuur met 20 potten aangezet werd. Hiervan werd de helft volledig bemest en ontvingen de 10 overigen dezelfde bemesting, doch zonder mangaan.

Om de maand ongeveer werden de haverplanten van twee potten per serie ontleed, dit om de evolutie in de samenstelling tijdens de groeiperiode te kunnen volgen. Bij de oogst werd het graan en het stro afzonderlijk ontleed. De ontleding op plantmateriaal gebeurden respectievelijk 34, 61, 95 en 105 dagen na het zaaien.

In tabel I geven we de verschillende ontledingsuitslagen aan. Hierbij dient het volgende aangemerkt :

TABEL II.

Ontwikkelingsverloop van de haverplanten tijdens de groeiperiode.

<i>Aantal dagen na het zaaien</i>	<i>bij volledige bemesting</i>			<i>bij mangaangebrek</i>		
	<i>vers mate- riaal in g per pot</i>	<i>vocht %</i>	<i>droge stof in g per pot</i>	<i>vers mate- riaal in g per pot</i>	<i>vocht %</i>	<i>droge stof in g per pot</i>
34	73,7	89,2	7,9	90,7	89,8	9,2
61	670,5	86,8	88,5	480,5	89,4	43,1
95	614,5	63,4	224,9	382,0	79,7	77,5
105 stro	240,5	38,7	147,4	310,9	78,9	65,4
graan	74,5	10,0	67,0	14,5	31,3	9,9

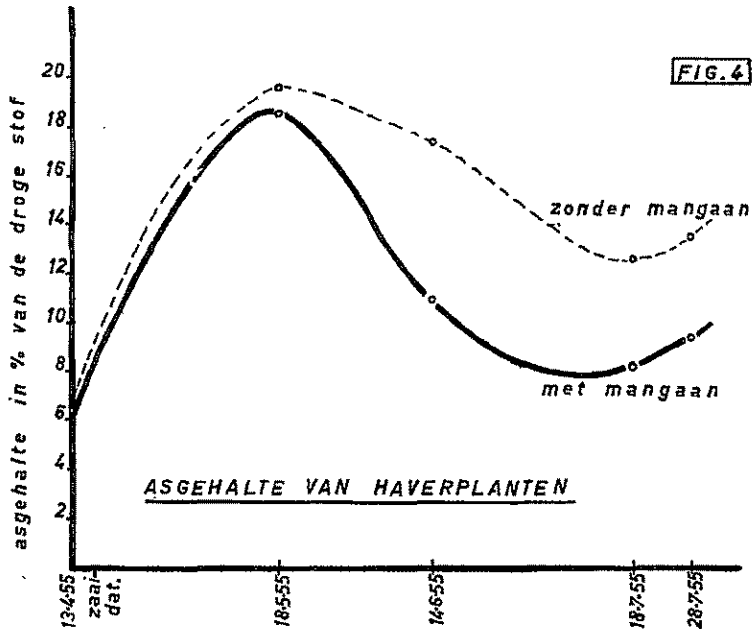
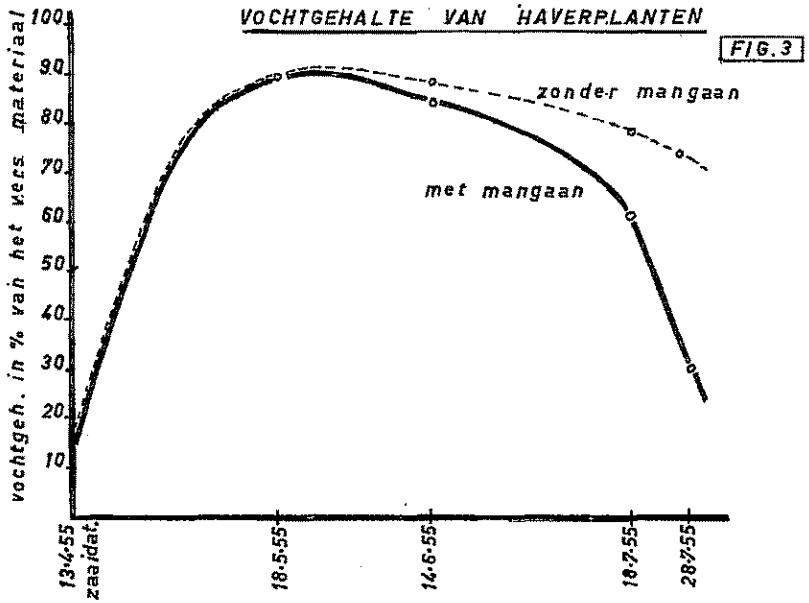
1. het vochtgehalte is uitgedrukt in % van het vers materiaal,
2. het asgehalte en het gehalte aan totaal ruw eiwit zijn uitgedrukt in % van de droge stof,
3. het gehalte aan MnO, MgO, P₂O₅, K₂O, CaO en Na₂O is uitgedrukt in 10⁻⁵ (mg per 100 g droge stof).

Bespreking van de ontledingsuitslagen.

In fig. 3 werd het vochtgehalte van de haverplanten uitgezet in functie van de groeiperiode. Het verloop van de kurve bij volledige bemesting (aangeduid door « met mangaan ») geeft aan dat de haverplant vooral waterrijk is in het begin van de groeiperiode, waarna het watergehalte geleidelijk afneemt, vooral de laatste veertien dagen van het rijpen.

Bij Mn-gebrek bleef het vochtgehalte praktisch hetzelfde als bij de volledige bemesting tot ongeveer één maand na de zaaidatum. Van dat ogenblik af bleef het vochtgehalte merkkelijk hoger bij Mn-gebrek, verschil, dat steeds groter werd. Dit betekent dus dat bij mangaangebrek de plant achteruit blijft in het rijpen. In de praktijk is dit verschijnsel ook bekend zowel bij Mn- als bij Mg-gebrek. Haverelden, die lijden aan gebrek aan één dezer beide elementen, blijven in de oogstperiode groenachtig in plaats van te rijpen. De Kempische landbouwers hebben hiervoor zelfs een speciale benaming: « tweewassige haver ».

Fig. 4 duidt aan dat bij mangaangebrek het asgehalte, in % van de droge stof uitgedrukt, merkkelijk hoger ligt dan bij de volledige bemesting. Anders uitgedrukt betekent dit, dat bij Mn-gebrek de droge stof bestaat uit een kleiner gehalte aan organische stof en een groter gehalte aan minerale bestanddelen dan bij de volledige bemesting. Deze vaststelling strookt volledig met het feit dat Mn een belangrijke rol speelt bij de vorming van chlorofiel en talrijke fermenten, die op hun beurt een rol te vervullen hebben bij de syntese van de organische stof in de planten. Mn-gebrek beïnvloedt dan ook in sterke mate de kwaliteit van de planten o.a. door vermindering van het gehalte aan koolhydraten. Daardoor komt mangaangebrek bij haver ook sterker tot uiting bij de graanopbrengst dan bij de stroöpbrengst. In de potproeven in dit hoofdstuk vermeld, hebben we, in droge stof uitgedrukt, volgende relatieve stro- en graanopbrengsten:



Teneur en eau des plantes d'avoine.

Teneur en cendres des plantes d'avoine.

	<i>% droge stof stro</i>	<i>% droge stof graan</i>
met mangaan :	68	32
zonder mangaan :	86	14

Zoals aangeduid in tabel I is het Mn-gehalte uitzonderlijk laag in de planten, die groeiden in de gebreksoplossing. Het betrekkelijk hoog gehalte dat in het begin van de groeiperiode nog bij planten zonder Mn in de voedingsoplossing gevonden werd, is het gevolg van de Mn-voorraad in het zaad vervat.

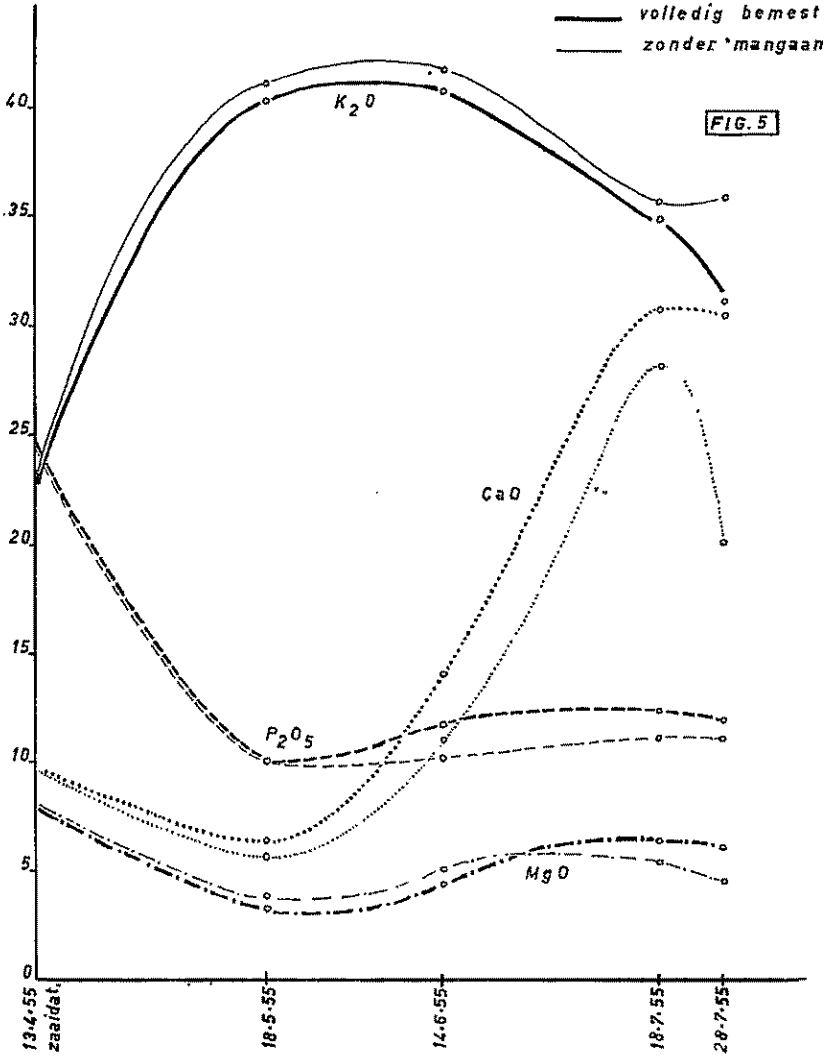
Anderzijds stelden we in deze proeven ook vast dat het Mn-gehalte van het stro merkkelijk hoger is dan dit van het graan, en wel 29 mg/100 g droge stof voor het stro tegenover 16,4 mg voor het graan bij een volledige bemesting.

Daar het asgehalte van de droge stof merkkelijk hoger is bij Mn-gebrek, lijkt het ons normaal dat het gehalte aan de mineralen: magnesium, kali, fosfor, calcium en natrium van de droge stof veel hoger is bij Mn-gebrek dan bij de volledige bemesting (zie tabel 1). Hieruit mogen we evenwel niet afleiden dat bij Mn-gebrek een verhoogde opname aan deze elementen plaats grijpt. Inderdaad het relatief hoger gehalte aan deze elementen in de droge stof is een logisch gevolg van de geringere syntese aan organische stof bij Mn-gebrek.

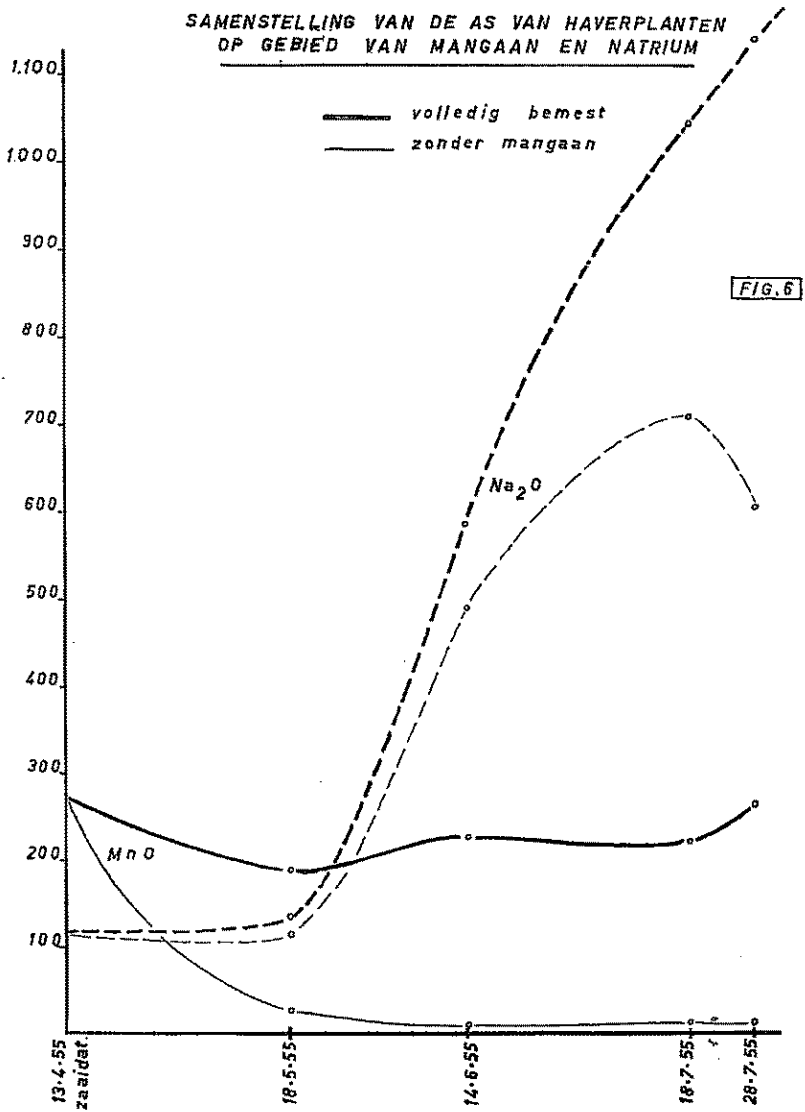
Om enigszins een inzicht te hebben in de invloed van Mn op de opname van de andere elementen is het nodig de minerale samenstelling van de as zelf na te gaan, zoals aangegeven in fig. 5 en 6. Hieruit blijkt dat bij Mn-gebrek de as armer is aan CaO, P₂O₅, Na₂O en MnO dan bij de volledige voeding. Anderzijds scheen de opname van MgO weinig beïnvloed door het Mn-gebrek en het K₂O-gehalte van de as nam zelfs toe.

Wat de stikstof betreft, wijst fig. 7 op een merkkelijk hoger stikstofgehalte van de droge stof bij Mn-gebrek dan bij volledige bemesting. Ook dit betekent ons inziens niet een grotere stikstofopname, maar wel een stikstofophoping ingevolge gebrekkige eiwitsyntese.

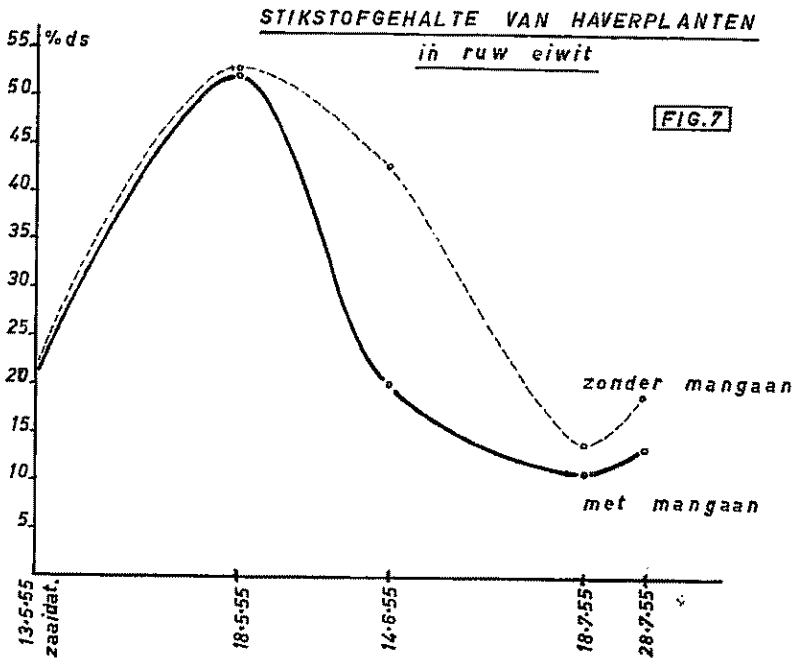
SAMENSTELLING VAN DE AS VAN HAVERPLANTEN



Composition des cendres des plantes d'avoine



Composition des cendres des plantes d'avoine au point de vue Mn et Na.



Teneur en azote des plantes d'avoine (en albumine brute).

E. Invloed van mangaangebrek op de kwaliteit van de gewassen

Daar Mn-gebrek een geringere koolhydraatvorming tot gevolg heeft, ligt het voor de hand dat het van rechtstreeks belang is bv. voor het suikergehalte van suikerbieten. Wij zullen ons hier echter beperken tot een paar speciale aspecten van de invloed van Mn-gebrek op de kwaliteit der gewassen, nl.

- 1) Het verband tussen het soortelijk gewicht van het graan en Mn-gebrek.
- 2) Het verband tussen het Mn-gebrek en de weerstand der gewassen tegen vorst- en sproeischaad.

§ 1. — *Verband tussen mangaangebrek en het soortelijk gewicht van het graan*

Het Mn-gebrek heeft bij graangewassen niet alleen een invloed op de groei en de opbrengst, maar ook op het soortelijk gewicht van het graan.

In 1957 en 1958 hadden we elf graanproefvelden op Mn-arme, overbekaakte zandgronden. In tabel III wordt de invloed van een Mn-bemesting (tegen 100 kg Mn-sulfaat per ha) op het soortelijk gewicht van het graan aangehaald.

Bij Mn-tekort bekomen we een merkkelijk lager soortelijk gewicht, wat dus wijst op een slecht gevulde en doorgaans kleine korrel. Zulks is best te begrijpen daar bij Mn-gebrek de zetmeelvorming in gebreke blijft.

TABEL III.

Invloed van een mangaanbemesting (100 kg mangaansulfaat per ha) op het soortelijk gewicht van het graan (Mn-arme overbekaakte zandgronden).

Opgave proefvelden			soortelijk gewicht van het graan		procentuele verhoging van het soortelijk gewicht ingevolge de Mn-bemesting	Bemerkingen
Nr	jaar	teelt	zonder Mn-bemesting	met 100 kg Mn-sulfaat per ha		
235	1958	gerst	0,642	0,645	0,4	licht Mn-gebrek
240	1958	gerst	0,519	0,624	7,7	sterk Mn-gebrek
259	1958	haver	0,376	0,402	6,9	sterk Mn-gebrek
239	1958	gerst	0,524	0,620	18,3	sterk Mn-gebrek
256	1958	haver	0,379	0,411	8,4	sterk Mn-gebrek
257	1958	haver	0,397	0,425	7,0	sterk Mn-gebrek
258	1958	haver	0,388	0,416	7,2	sterk Mn-gebrek
239	1957	haver	0,337	0,356	5,6	sterk Mn-gebrek
208	1957	haver	0,348	0,386	10,9	sterk Mn-gebrek
235	1957	haver	0,434	0,448	3,2	licht Mn-gebrek
239	1957	haver	0,325	0,371	14,1	sterk Mn-gebrek
Gemiddelde voor de 11 proefvelden					8,15	

§ 2. — Verband tussen mangaangebrek en de weerstand der gewassen tegen vorst- en sproeischaade

Op 21/4/59 werden in de Kempen temperaturen genoteerd van — 5 tot — 6° C. Wat op talrijke haver- en zomergerstvelden vorstschade veroorzaakte. Zulks was o. a. ook het geval op de proefvelden

nrs 256 en 257 die met zomergerst, variëteit « Herta », bezaaid waren. Een paar dagen later werd de vorstschade genoteerd (tabel IV). Het cijfer dat als index wordt aangegeven, is het % bladeren waarvan de bladpunten waren afgestorven ingevolge vorstschade (*).

Het feit dat de gewassen bij mangaangebrek minder vorstresistent zijn is eveneens een normaal gevolg van het geringer suikergehalte van het celvocht (6). Dit heeft voor gevolg dat de osmotische druk in de cel afneemt, zodat deze gemakkelijker water zal laten onttrekken, wat tenslotte bevroren of verbranden genoemd wordt.

Herhaalde malen merkten we tevens, dat fruitbomen, die aan Mn-gebrek leden, veel sneller sproeischaade vertoonden dan andere.

Hoofdstuk II

MANGAANVERGIFTIGING

Het is algemeen bekend dat in een sterk zuur midden vooral schade optreedt veroorzaakt door Mn- en Al-vergiftiging. In 1958 werden door de Bodemkundige Dienst van België te Heverlee potproeven aangezet, om na te gaan welke de gevoeligheid van de verschillende gewassen is voor Mn-overmaat en hoe de verschijnselen van Mn-vergiftiging zich voordoen.

A. Uitvoering van de potproeven

Deze potproef ging door met de volgende teelten : rapen, luzerne, violetklaver, mergkolen, raaigras, tarwe, gerst, haver, suikerbeten, aardappelen, voederbeten, vlas, maïs, aardbeien, erwten, wortelen, witloof, bonen, ajuin, spinazie, andijvie, kervel, prei, augurken, witte selder, knolselder, sla, tomaten, zonnebloemen, tabak.

Per teelt werden vier potten (van 6 tot 12 liter, naargelang de teelt) gevuld met zuiver wit zand van Mol en één maal per dag begoten met een voedingsoplossing. Voor deze vier potten werden vier voedingsoplossingen gebruikt, die alleen van elkander verschilden door hun concentratie aan Mn. Deze concentraties kwamen overeen met :

(*) de index voor de vorstschade werd door een schatting in het veld bepaald.

TABEL IV.

Optreden van vorstschade bij zomergerst op twee Mn-proefvelden
in de Kempen (aangelegd op Mn-arme gronden).

<i>Objekt</i>	<i>Nr vakje</i>	<i>Index der vorst- schade op 21/4/59</i>	<i>Gemiddelde index</i>
Proefveld nr 256			
zonder Mn- bemesting	2	80	80
	11	80	
	15	80	
	24	100	
	28	80	
	31	60	
met Mn-sulfaat tegen 100 kg/ha	9	0	0
	10	0	
	17	0	
	21	0	
	25	0	
	34	0	
Proefveld nr 257			
zonder Mn- bemesting	122	100	70
	124	80	
	133	80	
	137	60	
	141	40	
	150	60	
met Mn-sulfaat tegen 100 kg/ha	118	0	0
	128	0	
	131	0	
	139	0	
	144	0	
	147	0	

1° dosis :	0,02 milliequivalenten Mn^{++}	per liter oplossing
2° dosis :	0,2	idem
3° dosis :	2	idem
4° dosis :	10	idem

Verder was de voedingsoplossing samengesteld volgens de formule van Hewitt.

Gedurende de groeiperiode werden de gewasstanden en de vergiftigingsverschijnselen genoteerd, terwijl eveneens kleurenopnamen werden gemaakt.

Op het einde van de groeiperiode werd de opbrengst bepaald. De uitslagen van de wegingen lieten ons toe een index van gevoeligheid voor Mn-overmaat op te stellen. Aldus werden de onderzochte land- en tuinbouwgewassen volgens hun gevoeligheid gerangschikt in tabel V. De index is in feite de opbrengst van de 3° en 4° Mn-dosis uitgedrukt in % van de opbrengst van de 1° en 2° Mn-dosis. Hierbij werd 50 % van de waarde toegekend aan de 3° dosis en 50 % aan de 4° dosis.

Indien we de gevoeligheid der gewassen voor Al-overmaat en voor Mn-overmaat met elkaar vergelijken, dan valt het op dat in de eerste plaats de graangewassen en raaigras, zowel een overmaat aan aluminium als aan mangaan betrekkelijk goed verdragen. Dit verklaart meteen waarom men op sterk zure gronden nog goede opbrengsten met graangewassen kan bekomen, als de andere vruchten er reeds lang niet meer gedijen. Tussen de graangewassen zelf is zomergerst nog het minst weerstandbiedend tegen Mn-vergiftiging. Het is ook bekend dat juist zomergerst van al de graangewassen het minst de zuurheid kan verdragen.

Speciaal dienen vermeld : bonen, augurken en tomaten, die minder gevoelig zijn voor Al-overmaat, maar zeer gevoelig voor Mn-vergiftiging. Deze gewassen zijn dan ook zeer geschikt als indikatorplanten, om uit te maken of men met een Al- of een Mn-overmaat te doen heeft.

Vermelden we ook kervel, die zeer gevoelig is voor Mn- en Al-overmaat en derhalve in geen geval een te zure grond verdraagt.

TABEL V.

Gevoeligheid van de verschillende gewassen voor Mn-vergiftiging.

Benaming teelt		Index	geen vergiftigings- verschijnselen bij de hoogste Mn ⁺⁺ koncentratie = 10 mil eq./l	geen vergiftigings- verschijnselen bij de tweede hoogste Mn ⁺⁺ koncentratie = 2 mil eq. Mn ⁺⁺ / liter
I.	tarwe	100	×	×
	haver	99	×	×
	raaigras	92		×
II.	gerst	61		
	maïs	59		×
	spinazie	53		
	suikerbeten	51		
	knolselder	50		
	zonnebloemen	47		
	aardappelen	46		
	luzerne	45		
witte selder	44			
III.	tabak	41		
	erwten	37		
	witloof	37		
	mergkolen	37		
	prei	34		
	ajuin	28		
	rapen	26		
	voederbeten	25		
	andijvie	25		
	wortelen	25		
	violetklaver	24		
	vlas	22		
IV.	bonen	12		
	kervel	16		
	sla	11		
	tomaten	2		
	augurken	2		

- I. sterk weerstandbiedend tegen Mn-vergiftiging
 II. matig weerstandbiedend tegen Mn-vergiftiging
 III. gevoelig voor Mn-vergiftiging
 IV. zeer gevoelig voor Mn-vergiftiging

B. Mangaanvergiftigingsverschijnselen en middelen om ze te herkennen

Oppervlakkig gezien lijken de verschijnselen van Mn-vergiftiging in veel gevallen sterk op deze van Mn-gebrek. Zulks is o.a. het geval bij beten, bonen, tabak en gerst. Karakteristiek voor Mn-beschadiging zijn de talrijke zwarte puntjes, vooral aan de onderzijde van de bladeren, maar ook langs de bovenzijde. Deze puntjes, hoewel in mindere mate, komen meestal ook terug op de bladstelen en stengels. Kleine zwarte puntjes komen echter ook voor in geval van mangaangebrek, althans bij sommige planten als bv. aardappelen, tomaten en gerst. Er bestaat evenwel een essentieel verschil tussen de zwarte puntjes bij Mn-gebrek en Mn-vergiftiging. Bij Mn-gebrek zijn het nekrotische deeltjes van het blad. Bij Mn-overmaat zijn het ophopingen van een zwartachtige stof. Zulks is onder de mikroskoop zeer goed merkbaar. Het bewijs dat het een ophoping van een stof is, die niet tot het plantenweefsel zelf behoort, werd ook geleverd door het feit dat de zwarte puntjes verdwenen waren, nadat de bladeren gedurende enkele dagen in formol stonden. Nekrotische vlekjes konden op deze wijze niet verdwijnen. Deze zwarte stof, die zich alzo ophoopt, is mangaandioxyde (7). De aanwezigheid van betrekkelijk grote hoeveelheden mangaandioxyde aan de oppervlakte van de bladeren, laat ons dan ook toe met een eenvoudige scheikundige test Mn-overmaat van Mn-gebrek te onderscheiden. Hiertoe volstaat het gebruik te maken van de sneltest voor het opsporen van Mn bij planten, zoals beschreven door WALLACE (8). Wij hebben dit nog vereenvoudigd door de bladeren niet te wegen of ook niet te malen. Integendeel nemen we van een verdacht en een gezond monster, een bij benadering dezelfde oppervlakte aan bladeren, die zonder enige bewerking in een Morgan-Venema-oplossing worden gedompeld (natriumacetaat, gebufferd met azijnzuur bij pH 4, 8). Na twee uren wordt de oplossing gefiltreerd en wordt met formaldoxime een bruine kleuromslag verkregen, nadat er NaOH is aan toegevoegd om het midden alkalisch te maken.

Voor dit geval gebruikten wij volgende hoeveelheden :

- blad : ongeveer 2 dm²
- 250 ml : Morgan-Venema-oplossing
- 5 ml : filtraat (te nemen na 2 u)
- 1/2 ml : formaldoxime
- 2 ml : NaOH 10 %



Fig. 8.

Links : jonge mergkoolplanten met verschijnselen van Mn-vergiftiging.
Rechts : normale mergkoolplanten.

A gauche : symptômes de toxicité en Mn chez de jeunes choux moelliers.
A droite : plantes normales.

In het geval van Mn-vergiftiging bekwamen we also een donker bruine verkleuring. De verkleuring was zeer gering bij planten die in normale omstandigheden groeien. Het is gewenst de test steeds terzelfdertijd te doen met een getuigenstaal van gezonde planten afkomstig.

Een ander onderscheid tussen Mn-vergiftiging en Mn-gebrek is, dat in het geval van vergiftiging eerst de nerven aangetast worden en bruin verkleuren en pas op het laatst het verst afgelegen bladmoes. Het bruin worden van de nerven begint aan de hoofdnerfen en gaat



Fig. 9.

Mn-overmaat bij zomergerst.

- $M_1 = 0,02$ m. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
 $M_2 = 0,2$ m. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
 $M_3 = 2$ m. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
 $M_4 = 10$ m. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.

Excès en Mn chez l'orge.

geleidelijk over naar de nerven van mindere orde. Bij Mn-gebrek is het eerst het verst afgelegene bladmoes dat chlorotisch wordt, terwijl de nerven langst groen blijven.

*

* *

Bij mergkolen, cichorei, rapen, beten en andijvie is Mn-vergiftiging gekenmerkt door een verbleken of verbruinen van de bladrand die daarna geheel of met plekken afsterft. Het gevolg hiervan is dat de bladeren een lepelachtig voorkomen krijgen. Bij nader toezicht vindt men op en langs de bladnerven steeds zwarte puntjes Mn-dioxyde.

Bij gerst is er bij het eerste gezicht weinig verschil tussen de verschijnselen van Mn-gebrek en Mn-overmaat. Op de bladeren komen ook talrijke kleine zwarte puntjes voor, enigszins in rijen gerangschikt volgens de lengterichting van de bladeren. Bij middel van de

test op het bladmateriaal is het gemakkelijk het onderscheid tussen Mn-gebrek en Mn-overmaat te maken. In de praktijk is zulks zelfs nog niet nodig en geeft een eenvoudige pH bepaling op de grond ons een voldoende aanduiding, om uit te maken of men met Mn-gebrek of Mn-vergiftiging te doen heeft.

Bij bonen, die zeer gevoelig zij aan Mn-overmaat, sterven de nerven plaatselijk bruin af, waardoor de bladeren een kroezelig voorkomen met onregelmatige nekrotische vlekjes krijgen.

Ook bij tomaten veroorzaakt Mn-vergiftiging typische verschijnselen. Het algemeen uitzicht van de planten is mager en spichtig. Gedurende een bepaalde tijdspanne der groeiperiode zijn de onderste bladeren reeds afgestorven, hebben de middelste bruin afgestorven nerven en op de bovenste en jongste bladeren zijn de nerven enkel bij plaatsen verdord. Op de stam zelf komen talrijke bruine nekrotische vlekken voor.



Fig. 10.

Mangaanvergiftiging bij tomaten.

- $M_1 = 0,02$ mil. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
- $M_2 = 0,2$ mil. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
- $M_3 = 2$ mil. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.
- $M_4 = 10$ mil. eq. Mn⁺⁺ per liter voedingsoplossing.

Toxicité en Mn chez la tomate.



Fig. 11.

Potproef op mangaanvergiftiging bij haver.

M_1 , M_2 , M_3 en M_4 ontvingen stijgend Mn-bemestingen van 0,02 mil. eq. Mn^{++} per liter bij M_1 tot 10 mil. eq. Mn^{++} per liter bij M_4 . Zelfs bij de hoogste Mn-dosis was er geen beschadiging van de haver.

Essais en vases de culture — toxicité en Mn chez l'avoine M_1 , M_2 , M_3 et M_4 ont reçu des fumures croissantes en Mn (de 0,02 mil. eq. Mn^{++} pour M_1 à 10 mil. eq. Mn^{++} par litre pour M_4). Même pour la dose la plus élevée en Mn l'on ne constate aucun dégât chez l'avoine.

Hoofdstuk III

VERSPREIDING VAN MANGAANVOEDINGSZIEKTEN IN BELGIE

1. Mangaangebrek

Men vindt Mn-gebrek het meest op gronden, die terzelfdertijd overbekalkt en sterk verlucht zijn.

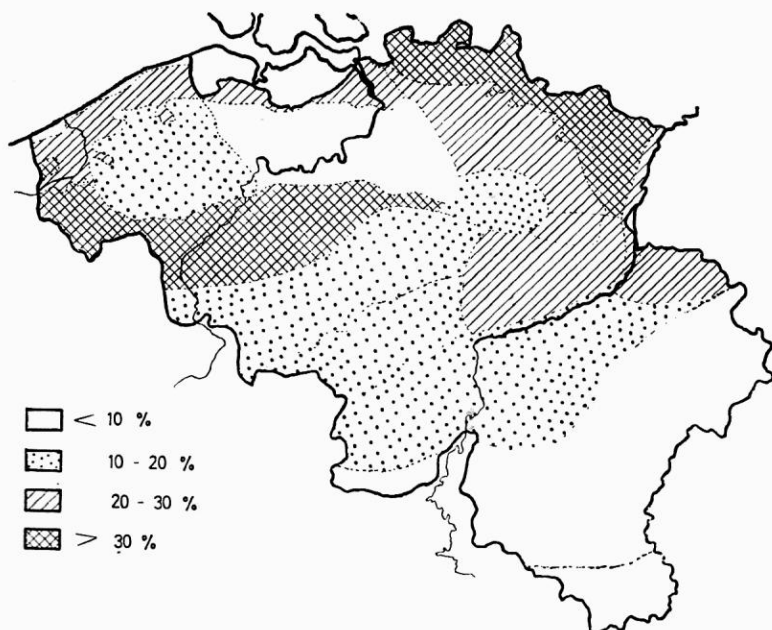
Figuur 12 (9) duidt aan waar in België het meest overbekalkte gronden voorkomen. Zulks is vooral het geval in het noorden van de Kempen en het zuiden van de beide Vlaanderen. De Kempengronden zijn daarenboven hoofdzakelijk losse zanden, terwijl in zuid Vlaanderen meestal zwaardere zandleem- tot leemgronden liggen. Mn-gebrek

komt dan ook het meest voor in de Noorderkempen, zowel in de provincie Antwerpen als in Limburg. De gemeente Ravels, tegen Turnhout, heeft hieronder bijzonder sterk te lijden. Op de zandgronden zijn het vooral haver en zomergerst, die Mn-gebrek vrezen. Tarwe kan er ook sterk onder lijden; doch dit komt minder in deze streek voor. Rogge is minder gevoelig aan Mn-gebrek, al dient opgemerkt dat wij op proefvelden in deze streek nog een gevoelige opbrengstverhoging bekwamen, bij de rogge, door een Mn-bemesting toe te dienen.

In de Polders kwam Mn-gebrek meer voor kort na de overstroming van 1953, vooral bij de beten. Thans treft men het er praktisch nog alleen aan op gescheurde weiden (losse grond) en op de meer zandige bastaardgronden.

Fig. 12.

PERCENTAGE OVERBEKALKTE GRONDEN — BOUWLAND.



Pourcentage de terres surchaulées. — Terres de culture.

In de zandleemstreek van Midden-België en Zuid-Vlaanderen komt het enkel voor op geïsoleerde percelen, die hetzij zeer sterke bekalkingen ontvingen, hetzij vroeger met een te sterke hoeveelheid stadskompost werden bemest. Hier vindt men het meest Mn-gebrek bij haver, gerst, beten, tabak en hop.

In de leemstreek vinden we praktisch geen Mn-gebrek bij de landbouwgewassen. Wel kan Mn-gebrek optreden op speciale gronden, zoals de opgespoten gronden langs waterlopen. Dit geldt dan ook voor de andere streken van het land.

In Hoog-België worden zeer weinig gevallen van Mn-gebrek aangetroffen.

Voor de fruitteelt is de toestand enigszins anders. Men heeft het meest last van Mn-gebrek in de intensieve laagstamappelaanplantingen vooral op oude geremanieerde gronden, rond oude kastelen, hoeven of nederzettingen. Deze gronden zijn overbekalkt en humusrijk. Ook komt het veel voor bij appels en perziken in de liefhebberstuinen, en dit vooral in de steden. Verder heeft men ook dikwijls last van Mn-gebrek in de aanplantingen op bastaardgronden (d.i. zandige poldergronden).

In de witloofstreek komt het Mn-gebrek het veelvuldigst voor op de spinazie, gezaaid op de kalkrijke witloofforceriegronden.

Op overbekalkte serregronden heeft men meest last van mangaan-gebrek bij tomaten, druiven en rozen.

2. Mangaanvergiftiging

De Mn-vergiftiging komt in ons land uitsluitend voor op sterk zure gronden. Meestal is de slechte groei op sterk zuur gronden niet alleen te wijten aan Mn-vergiftiging maar wel aan een complex van factoren, waarvan Mn-overmaat een der bijzonderste is.

Uitgezonderd in de polders en de duinen, vinden wij in België in alle streken percelen waar Mn-vergiftiging optreedt. Daar het hier steeds om te zure gronden gaat bestaat de bestrijding in een aangepaste bekalking.

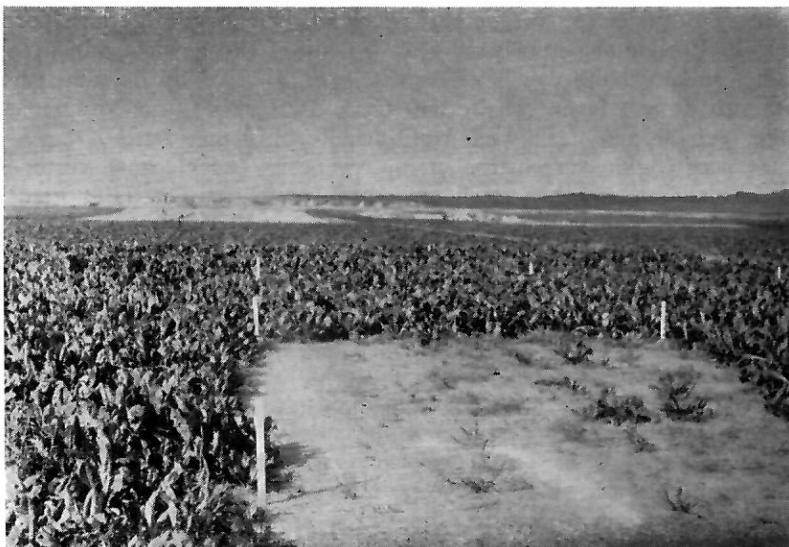


Fig. 13.

Mangaanvergiftiging bij witloof op sterk zure gronden.
Op het gedeelte van het proefveld dat bekalkt werd
groeide het witloof normaal.

Toxicité en Mn chez le witloof sur sols très acides.
Sur la partie chaulée du champ d'essai le rendement du witloof était normal.

SAMENVATTING

Mangaangebreksverschijnselen werden in potkulturen verwekt bij verschillende land- en tuibouwgewassen en op kleurfoto's vastgelegd: chloroseverschijnselen op de jongste bladeren die kunnen overgaan in nekrotische plekken.

Hierbij werd een duidelijk verschil vastgesteld in gevoeligheid voor de verschillende gewassen:

zeer gevoelig: haver — gerst — beten — bonen — tomaten — erwten — spinazie — appelbomen en perzikbomen

weinig gevoelig: grasachtige planten — klaver — aardappelen — prei — ajuin — witloof — pruimebomen — perebomen — kersebomen.

De invloed van mangaangebrek op de samenstelling van de plant werd nagegaan. Bij mangaangebrek werden meer mineralen opge-

nomen en minder organische stof gevormd. Dit als gevolg van chlorofielgebrek bij mangaangebrek. Ook het specifieke gewicht van graan en het suikergehalte van beten wordt lager. Invloed op de samenstelling van de as: lager gehalte aan CaO , P_2O_5 , Na_2O en MnO maar hoger gehalte aan K_2O . Het MgO -gehalte blijft het zelfde.

De vergiftigingsverschijnselen, die eveneens een chlorose vertonen op de bladeren, gelijken sterk op gebreksverschijnselen. Hier komen echter zwarte puntjes voor langs de bladnerven te wijten aan MnO_2 .

De gevoeligheid aan Mn-overmaat (gewoonlijk op sterk zure grond) komt overeen met de gevoeligheid aan de zuurheid.

Zijn gevoelig: bonen — beten — prei — ajuin — kervel — sla —
tomaten — tabak
zijn weinig gevoelig: tarwe — rogge — haver — maïs — raaigras.

RESUME

Le présent article traite des maladies de nutrition (carence et excès de Mn), de l'influence de ces maladies sur la composition des végétaux ainsi que de leur dispersion dans les régions agricoles belges.

Des phénomènes de carence et de toxicité en Mn furent provoqués sur une trentaine de cultures en vases de végétation suivant une technique décrite dans cet article.

Symptômes de carence en manganèse.

1. La carence en Mn provoque toujours une décoloration jaunâtre des feuilles suite à un manque de chlorophylle.

2. Cette décoloration jaunâtre débute généralement sur les parties les plus jeunes de la plante contrairement à la carence en magnésie qui apparaît d'abord sur les feuilles les plus anciennes.

3. Chez les dicotylédonnées la décoloration débute sur les parties de la feuille qui sont les plus éloignées des nervures. Apparaissent alors de petits îlots jaunes, qui donnent à la feuille un aspect marbré.

4. Dans un stade plus avancé, l'on voit apparaître sur la feuille un grand nombre de taches nécrotiques.

5. Dans notre pays la carence en Mn ne se rencontre pratiquement que sur les sols surchaulés.

Sensibilité des végétaux à la carence en Mn.

Toutes les plantes ne sont pas sensibles au même degré à la carence en Mn.

Parmi les cultures agricoles sont :

très sensibles : l'avoine, l'orge, la betterave,

peu sensibles : les plantes herbacées, le trèfle, la pomme de terre.

Parmi les cultures horticoles sont :

très sensibles : le haricot, la tomate, le pois, l'épinard,
peu sensibles : le poireau, l'oignon, le witloof.

Parmi les cultures fruitières sont :

les plus sensibles : le pommier et le pêcher,
les moins sensibles : le prunier, le poirier et le cerisier.

Les rosiers craignent également la carence en Mn.

Influence de la carence en Mn sur la composition et la qualité des végétaux.

En cas de carence en Mn, la fraction minérale de la plante est plus grande et la fraction organique est plus petite que la normale. Le manque de chlorophylle (formation réduite d'hydrates de carbone) est entr'autres à la base de ces phénomènes. Ceci a également une grande influence sur la qualité de certaines cultures : en cas de carence en Mn le poids spécifique des céréales est plus petit (moins d'amidon), la teneur en sucre des betteraves est plus faible. La résistance aux gelées tardives chez l'avoine et l'orge de printemps diminue également en cas de carence en Mn (à la suite d'une plus faible teneur en sucre de suc cellulaire). Pour la même raison les arbres fruitiers carencés en Mn seront plus sujets aux dégâts de pulvérisation.

En cas de carence en Mn, les cendres de l'avoine sont plus pauvres en CaO, P₂O₅, Na₂O, et MnO, mais plus riches en K₂O que la normale. La teneur en magnésie par contre n'en subit pratiquement aucune influence.

Symptômes de toxicité en Mn.

1. Cette toxicité ne se rencontre dans la pratique que sur les sols très acides.

2. A première vue les symptômes de toxicité ressemblent souvent à ceux de la carence en Mn, par ex. chez l'orge, le tabac, la betterave, etc.

3. Très caractéristique en cas de toxicité est l'apparition sur les feuilles le long des et sur les nervures, de nombreux petits points noirs qui, après examen plus approfondi s'avère être des accumulations de MnO₂.

Sensibilité à la toxicité en Mn.

Peu sensibles sont : le froment, le seigle, l'avoine, le maïs et le ray-grass.

Sont sensibles : le haricot, la betterave, le poireau, l'oignon, le cerfeuil, la salade, la tomate, le tabac.

Il existe un rapport assez étroit entre la résistance des végétaux à l'excès de Mn et leur sensibilité à l'acidité du sol.

SUMMARY.

Manganese deficiency has been caused on several crops in pot culture and fixed on colour-photographs : symptoms of chlorosis on the young leaves, which may pass into necrotical spots. A colour atlas will shortly be published.

An evident difference of sensibility has been stated for the different crops :

Great sensibility : oats — barley — beets — beans — tomatoes — peas — spinach — apple-trees and peach-trees.

Less sensible are : grass plants — clover — potatoes — leek — onions — chicory — plum-trees - pear-trees - cherry-trees.

The influence of Mn deficiency upon the plant composition has been checked. In case of Mn deficiency, more mineral elements are assimilated and less organic matter is produced. This is due to the lack of chlorophyll in case of Mn deficiency. Also the specific weight of wheat and the sugar content of beets diminish. Influence upon the composition of the ash : lower content of CaO, P₂O₅, Na₂O and MnO, but higher percentage of K₂O. The MgO percentage remains the same.

The toxicity symptoms, which also show chlorosis on the leaves, are much like the deficiency phenomenons. Here however black spots appear along the leaf nerves, due to MnO₂.

The sensibility to Mn excess (usually in a very acid soil) corresponds to the sensibility to acidity.

Sensible are : beans — beets — leek — onions — chervil — salad — tomatoes — tobacco.

Less sensible are : wheat — rye — oats — corn — ray-grass.

ZUSAMMENFASSUNG.

Manganmangelerscheinungen wurden in Gefäßversuchen verursacht bei verschiedenen Pflanzen und auf Farbenbildern festgelegt : Chloroseerscheinungen auf den jüngsten Blättern die sich ändern können in nekrotische Flecke. Ein Farbenbilderatlas darüber wird kürzlich veröffentlicht.

Hierbei wurde ein deutlicher Unterschied der Empfindlichkeit festgestellt für die verschiedenen Pflanzen :

Sehr empfindlich : Hafer — Gerste — Rüben — Bohnen — Tomaten — Erbsen — Spinat — Apfel — Pfirsichen.

Wenig empfindlich : Gras — Klee — Kartoffeln — Porree — Zwiebeln — Wittloof — Pflaumen — Birnen — Kirschen.

Der Einfluss von Manganmangel auf die Zusammensetzung der Pflanze wird untersucht. Bei Manganmangel werden mehr Minerale durch die Pflanze aufgenommen und weniger organische Substanz

gebildet, infolge des Chlorophyllmangels. Auch das spezifische Gewicht von Getreiden und der Zuckergehalte von Rüben wird niedriger. Einfluss auf die Zusammensetzung der Asche: niedriger Gehalt an CaO, P₂O₅, Na₂O und MnO sonst höher Gehalt an K₂O. Der MgO-Gehalt bleibt gleich.

Die Vergiftungserscheinungen, die ebenfalls eine Chlorose zeigen auf den Blättern, ähneln stark den Mangelercheinungen. Bei Vergiftung findet man aber schwarze Punkte neben den Blattnerven (MnO₂).

Die Empfindlichkeit für Mn-Übermasz (gewöhnlich auf stark saueren Böden) stimmt überein mit der Empfindlichkeit für die Azidität.

Sind empfindlich: Bohnen — Rüben — Porree — Zwiebeln — Kerbel — Salat — Tomaten — Tabak.

Sind wenig empfindlich: Weizen — Rogge — Hafer-Mais — Raygrass.

BIBLIOGRAFIE

1. STENUIT, D. en PIOT, R.: *Relation entre le pH et la teneur en manganèse des sols sablonneux et l'apparition des symptômes de carence en manganèse chez l'avoine*. Pédologie, Gand 1957.
2. GISIGER, L.: *Von den Ursachen der Überkalkungsschäden*. 5. Kalkung und Mangammangel. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 45, 1-3, 1949.
3. STENUIT, D. en PIOT, R.: *De oplosbaarheid van mangaan in de grond*. Agricultura, 2, 1957.
4. HENKENS, Ch. H.: *The trace element manganese. The state of research in the Netherlands*. Netherlands journal of Agricultural science, 6, 3, 1958.
5. HEWITT, E. J.: *Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition*. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1952.
6. GERRETSSEN, F. C.: *Mangaangebrek bij haver in verband met de photosynthese*. Landbouwkundig Tijdschrift, 68, 1956.
7. BUSSLER, W.: *Manganvergiftung bei höheren Pflanzen*. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 81 (129), 3, 1958.
8. WALLACE: *The diagnosis of mineral deficiencies in plants*, London, 1951.
9. STENUIT, D.: *De zuurgraad en de kalktoestand van de Belgische landbouwgronden*. Landbouwtijdschrift, 11^e Jaargang, 4, 1958.
10. BUSSLER, W.: *Mangammangelsymptome bei höheren Pflanzen*. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, 81, 3, 1958.
11. WILLIAMS, D. E. and VLAMIS, J.: *Manganese toxicity in standard culture solutions*. Plant and Soil, VIII, 3, 1957.
12. SUTTON, C. D. and HALLSWORTH, E. B.: *Studies on the nutrition of forage legumes*. I. *The toxicity of low pH and high manganese supply to*

lucerne, as affected by climatic factors and calcium supply. Plant and Soil, No. 4, 1958.

13. ADAMS, F. and WEAR, J. T. : *Manganese toxicity and soil acidity in relation to crinkle leaf of cotton.* Soil Sc. Soc. Am. Proc., 21, 3, 1957.
 14. LOHNIS, M. P. : *Verschuinselen van Mangaan vergiftiging bij cultuurgewassen.* T N O nieuws, jaarg. 5, 49, 1950.
-