

Zinkovermaat op bouwland

CH. H. HENKENS,
Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

631.416.8
631.811.54
631.443.3/.5

**BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEIT
GRONINGEN**

Zinkovermaat op bouwland

Zinc toxicity on arable land

Summary see page 925

CH. H. HENKENS,

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

INLEIDING

Op percelen langs het riviertje de Dommel (N.B.) blijken na het scheuren van grasland bieten volledig te mislukken. Deze percelen werden tot 1940 geregeld met het water van de Dommel bevoeid. De opkomst van de bieten is normaal. De cotylen zijn daarbij ook normaal groen, maar verkleuren later. De eerste blaadjes zijn hardgeel en groeien niet. De necrose begint van de bladrand af, de nerven zijn nog lang groen. In enkele maanden worden de planten niet groter dan 1 à 2 cm. De opbrengst van andere gewassen is laag. De symptomen zijn geheel anders dan van molybdeengebrek, waaraan eerst werd gedacht (3).

Er werd een onderzoek ingesteld naar de oorzaak van het verschijnsel. Al dadelijk bleek dat na bekalking wel groei optreedt. Na toediening van kleine hoeveelheden kalk zijn de ziektesymptomen slechts licht. De symptomen deden bij bieten sterk aan ijzergebrek denken.

Het waterschap „het stroomgebied van de Dommel” te Boxtel deelde mede, dat van 1951 tot en met 1959 bovenstrooms van de Waalrese molen een Belgisch metaalbedrijf te Overpelt vrij belangrijke hoeveelheden zink en zwavelzuur in de rivier loosde. Over de jaren vóór 1951 zijn geen gegevens bekend.

Uit gewasanalyses bleek dat het zinkgehalte van het gewas zeer hoog was als niet werd bekalkt. Daarna zijn grond- en gewasmonsters genomen van percelen die meer en minder frequent waren bevoeid. Tevens werden monsters onderzocht uit Limburg waar dezelfde verschijnselen optreden. Op percelen langs de Neer, waarvan een zijriviertje loopt door een gebied met zinkfabrieken (Budel), en op percelen langs rijwielpaden, die zijn verhard met sintels van zinkfabrieken. In grondmonsters van deze percelen werden hoge zinkgehalten gevonden.

Met het oog op de bestrijding van zinkovermaat werd onderzocht hoe diep zink in de grond was doorgedrongen en welke invloed ijzerchelaten op de groei hebben. Tevens werd in watercultures nagegaan of de door zinkovermaat geïnduceerde verschijnselen van ijzergebrek het eerst in de oudste of in de jongste bladeren optreden. Verwacht werd nl. dat ijzergebrek veroorzaakt door overmaat van een bepaald element het eerst in de oudste bladeren te zien zal zijn.

BESPREKING VAN DE LITERATUUR

Uit het onderzoek van Hewitt (4, 5) is gebleken, dat ijzergebrek bij bieten

geïnduceerd kan worden door vele andere elementen. Cadmium, koper en kobalt zijn in dit opzicht zeer effectief, voorts in afdalende volgorde nikkel, chroom (als chromaat), zink, chroom (driewaardig Cr^{+++}), mangaan en lood. De opneembaarheid van deze elementen neemt door bekalking af (1, 9, 11). Hewitt (5) constateerde bij zinkovermaat symptomen van ijzergebrek in de jongste bladeren en van mangaangebrek in de oudste. Forster (2) nam daarentegen verschijnselen van ijzergebrek bij overmaat zink waar in de oudste bladeren. Millikan (8) vond dat bij vlas door extra ijzer de door zink en andere zware metalen geïnduceerde symptomen van ijzergebrek werden opgeheven maar dat het toxische effect van zink bleef bestaan. Ook Hunter (6) vond dat de invloed van een overmaat aan zware metalen tweeledig is, nl. chlorose (geïnduceerd ijzergebrek) en daarnaast voor elk element specifieke verschijnselen.

Wear (11) vond dat door verhoging van de pH door middel van calcium- of natriumcarbonaat het zinkgehalte van de grond bepaald volgens de ammoniumacetaat-dithizonmethode, daalt. Peech (9) constateerde hetzelfde bij de bepaling van zink na extractie van de grond met 1N natriumchloride. Van Koetsveld en Lehr (7) bepaalden het zinkgehalte van de grond door extractie met 1N ammoniumacetaat in tegenwoordigheid van tetrachloorkoolstof en dithizon. Zij vonden evenals Wear een daling van het zinkgehalte van de grond bij stijgende pH. Werd pH-KCl echter hoger dan 7,5, dan trad weer een stijging van het zinkgehalte op.

Van Koetsveld en Lehr (7) wijzen op het gevaar van hoge zinkgehalten in het gras in verband met de gezondheidstoestand van het vee. Zij zijn van mening dat zinkgehalten boven 80 mg/kg al schadelijk kunnen zijn voor rundvee. In het bijzonder moet naar hun mening gedacht worden aan een zink-koperantagonisme. Een normale Zn/Cu-verhouding in gras zou 4 à 6 : 1 moeten bedragen. Een hoge verhouding zou aanleiding kunnen geven tot kopergebrek.

ORIENTEREND ONDERZOEK

Met grond van een der percelen werd een potproef genomen. De resultaten van het grondonderzoek waren als volgt: pH-KCl 5,6, humus 7,5 %, afslibbare delen 9,9 %, P-Al 16, K-getal (nieuw) 21.

Het feit, dat de planten dadelijk na opkomst vergeelden zonder verder te groeien maakte het waarschijnlijk, dat wij hier te maken hebben met een overmaat. Meestal kan een overmaat van zware metalen worden opgeheven door bekalking. Inderdaad bleek bekalking een normale groei te geven. Pogingen na bekalking het ziektebeeld opnieuw op te wekken door toevoeging van grote hoeveelheden zware metalen, mislukten. Toevoeging van grote hoeveelheden koper-, kobalt-, nikkel-, mangaan- of chroomsulfaat doodde de planten volledig.

In deze proef bleek dat grote hoeveelheden loodacetaat bij hoge kalkgiften niet schadelijk werken. Bemesting met 13,3 g loodacetaat per pot (overeenkomende met 24 000 kg/ha) was op deze grond alleen schadelijk, als slechts

Fig. 1 Invloed van bekalking bij bieten op een grond met zinkovermaat

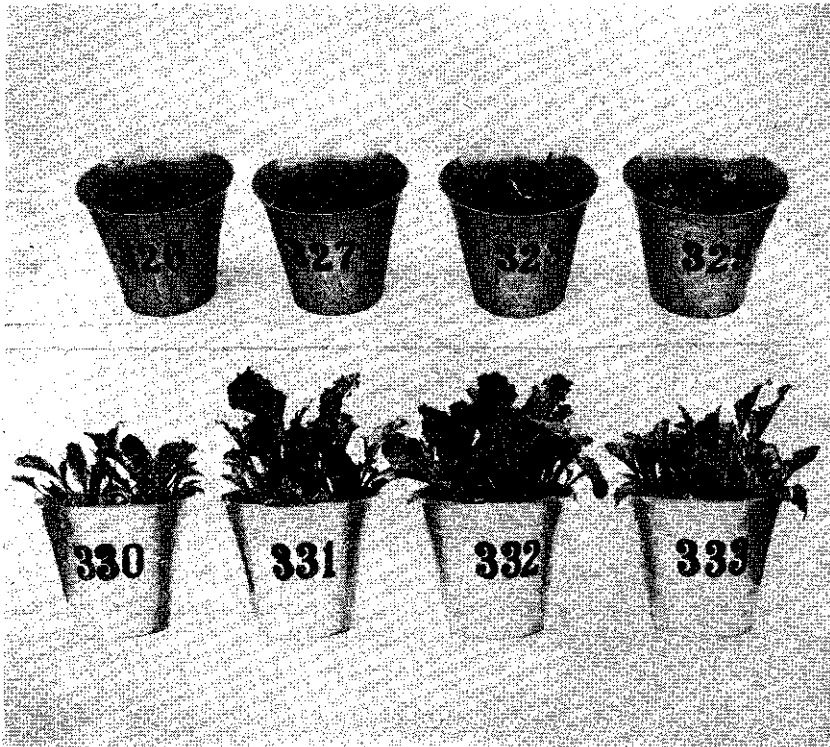


Fig. 1 Influence of liming on the growth of beets on a soil with zinc excess
 326, 327 geen kalk (without lime)
 328, 329 1,33 g koolzure kalk/kg grond (1,33 g calcium carbonate/kg of soil)
 330, 331 3,33 g koolzure kalk/kg grond (3,33 g calcium carbonate/kg of soil)
 332, 333 6,66 g koolzure kalk/kg grond (6,66 g calcium carbonate/kg of soil)

(geen of weinig) kalk werd gebruikt. De symptomen waren echter anders dan die op de niet bekalkte zieke grond. De planten op de met loodacetaat behandelde potten hadden iets smallere blaadjes; deze waren iets verdikt en op de bladschijf – dikwijls ook aan de randen – kwamen geelgroene plekken voor. Voor de invloed van lood op de plant zij verwezen naar het literatuuroverzicht van Scheltinga (10).

Om het ziektebeeld beter te leren kennen werd een potproef genomen, waarbij verschillende hoeveelheden kalk werden gebruikt. Hierdoor was het mogelijk uiteenlopende graden van beschadiging te krijgen. Tabel 1 vermeldt de opbrengsten en geeft een beschrijving van het uiterlijk van de planten bij toediening van verschillende hoeveelheden kalk (zie ook fig. 1).

De chlorose die bij de lage kalkgift werd waargenomen deed denken aan ijzerebrek. Reeds werd vermeld dat uit een onderzoek van Hewitt (4, 5)

Tabel 1 Invloed van bekalking op de opbrengst en uiterlijk van de bieten

koolzure kalk g per kg grond <i>calcium carbonate</i> g per kg of soil	pH- KCl	droge stof g per pot (gem. van 2 herh.) <i>dryweight g per pot</i> (<i>mean of 2 rep.</i>)	uiterlijk <i>appearance</i>
0	5,4	0	hartblaadjes hard geel, planten later dood
1,33	5,6	0,4	blaadjes geelachtig groen, nerven dikwijls nog groen
3,33	6,5	3,8	verschillende planten mozaiek, soms alleen groen langs de nerven
6,66	6,9	6,3	gezond en goed ontwikkeld

Table 1 Influence of liming on the yield and appearance of beet

is gebleken, dat ijzergebrek bij bieten kan worden geïnduceerd door verschillende zware metalen. Naar aanleiding van de in de inleiding genoemde mededeling van het waterschap „het stroomgebied van de Dommel” werd in de gewasmonsters het zinkgehalte bepaald (tabel 2). Het zinkgehalte van de planten was bij een kleine gift koolzure kalk hoog en daalde onder invloed van de bekalking sterk. (Van de dode planten van het onbehandelde object is het zinkgehalte niet bepaald). Het zinkgehalte van de grond, bepaald door extractie met 2½ % azijnzuur¹, is eveneens hoog, maar daalt niet onder invloed van bekalking. Hieruit volgt dat deze methode niet de veranderingen in de beschikbaarheid van het zink door bekalking aangeeft, wat wel een bezwaar is.

Tabel 2 Gehalte aan zink in de grond en in de hierop gegroeide bieten van de in tabel 1 vermelde objecten

koolzure kalk g per kg grond <i>calcium carbonate</i> g per kg of soil	zink in mg/kg droge stof <i>zinc in dry matter (p.p.m.)</i>	
	bietenblad <i>foliage of beet</i>	grond (2½ % azijnzuur) <i>soil (2½ % acetic acid)</i>
0	—	641
1,33	1697	731
3,33	479	688
6,66	236	635

Table 2 Zinc content of the soil and of the beets grown on this soil of the objects mentioned in table 1

Uit dit oriënterend onderzoek volgt dat de moeilijkheden waarschijnlijk veroorzaakt worden door een overmaat aan zink.

GEDETAILEERD ONDERZOEK

Zinkgehalte in grond en gewas van percelen langs de Dommel (N.B.)

Naar aanleiding van de hoge zinkgehalten gevonden bij de oriënterende potproef, werden van verschillende percelen langs de Dommel grond- en gewas-

¹ Deze bepaling werd verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek (Methode Mitchell).

ZINKOVERMAAT OP BOUWLAND

monsters genomen. Hierbij werden percelen bemonsterd, die tot 1940 ieder jaar werden bevloeid, en percelen waar dat minder frequent heeft plaats gehad. Uit tabel 3 blijkt, dat het zinkgehalte zowel in de grond als in het gewas afhankelijk is van de mate van bevloeiing. Het ligt dus voor de hand de zinkovermaat toe te schrijven aan de bevloeiing vóór 1940.

Tabel 3 Zinkgehalte van grond en gewas van percelen langs de Dommel in Waalre (N.B.)

mate van bevloeiing vóór 1940 <i>rate of irrigation before 1940</i>	gebruik perceel <i>crop</i>	Zn mg/kg droge stof <i>zinc content in dry matter (p.p.m.)</i>		Cu mg/kg gras <i>copper content grass p.p.m.</i>	Zn/Cu gras <i>Zn/Cu ratio grass</i>
		grond	gewas		
		(2½ % azijnzuur) <i>soil (2½ % acetic acid)</i>	plants		
altijd	grasland	834	151	7,97	18,9
"	"	548	192	7,44	25,8
"	"	670	—	—	—
"	haver (<i>oats</i>)	854	532	—	—
weinig	grasland	84	75	7,18	10,4
"	"	166	89	5,32	16,7
niet	"	32	62	4,63	13,4
"	"	13	88	4,97	17,7
"	"	19	23	5,76	4,0

Table 3 Zinc content of soil and plants from fields along the river Dommel in Waalre (province of Noord Brabant)

In verband met de opvatting van van Koetsveld en Lehr (7) zijn in tabel 3 ook het kopergehalte en de Zn/Cu-verhouding van de grasmonsters vermeld. De Zn/Cu-verhouding van het gras is zowel op de bevloeiide als op de niet bevloeiide percelen hoog. Naar de mening van deze auteurs zouden zinkgehalten boven 80 mg/kg schadelijk kunnen zijn voor rundvee, terwijl een normale Zn/Cu-verhouding in gras 4 à 6:1 bedraagt.

Het is onze bedoeling na te gaan of het rundvee in deze streek inderdaad kopergebrek vertoont. Tegelijkertijd zal de invloed van het hoge zinkgehalte van de grond op het grasbestand worden nagegaan.

Zinkgehalte in grond en gewas van percelen langs de Neer (L.)

In het voorjaar 1960 deden zich bij Neer langs het dal van het gelijknamige riviertje grote moeilijkheden voor bij verschillende gewassen. Het gras had blauwzwarte, gerst gele en de haver meer roodblauwe bladtoppen. De groei was slecht. De monsters haver en gras, die ter onderzoek werden ontvangen, waren donkerpaars. Naar de mening van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst zou dit verschijnsel zinkovermaat kunnen zijn, daar een zijriviertje van de Neer uit een gebied met zinkfabrieken (Budel) komt. Het zinkgehalte van een toegezonden grondmonster was 840 mg/kg, terwijl het zinkgehalte van twee grasmonsters 230 en 246 en van een loofmonster van gerst 1232 mg/kg droge stof bedroeg.

In tabel 4 zijn de resultaten van een potproef met grond uit dit gebied met haver en bieten vermeld.

Tabel 4 Invloed van bekalking op opbrengst en zinkgehalte van bieten (loof) en haver (loof) van een grond uit Neer (L.)

koolzure kalk g per kg grond <i>calcium carbonate</i> g per kg of soil	opbrengst droge stof				zink mg/kg droge stof	
	g/pot <i>yield dry matter</i> g/pot				zinc in dry matter	
	bieten <i>beets</i>	haver <i>oats</i>	bieten <i>beets</i>	haver <i>oats</i>	bieten <i>beets</i>	haver <i>oats</i>
0	5,3	0,1	1,7	5125	3128	
3,25	6,1	0,4	1,7	1143	616	
6,50	6,9	2,4	4,1	725	360	

Table 4 Influence of liming on the yield and zinc content of foliage of beets and oats on a soil from Neer (province of Limburg)

Wel reageerden de bieten duidelijk op bekalking, maar de planten waren bij toediening van 6,5 g koolzure kalk per kg grond niet volkomen gezond. Het zinkgehalte van de bieten blijkt bij de hoogste kalktrap nog zeer hoog. De haver vertoonde op het onbekalkte object een sterk geremde groei. De bladeren hadden rose punten. Het gewas was sprieterig. De planten groeiden bij 3,25 g koolzure kalk in het begin vrij goed. In het blad verschenen daarna necrotische vlekken die deden denken aan mangaangebrek, doch hiermee niet geheel overeenstemden. Later verdorden de bladeren beginnend bij de top. De planten met 6,5 g koolzure kalk waren aanvankelijk volkomen gezond. Later vertoonden deze planten ernstige symptomen van mangaangebrek. Het water van het riviertje de Neer voert dus waarschijnlijk zink aan dat bij overstroming in de grond wordt opgehoopt.

Een andere oorzaak van zinkovermaat kunnen de rijwielpaden zijn die verhard zijn met sintels afkomstig van zinkfabrieken. Het is ons meermaals opgevallen dat de groei van de gewassen een jaar na de aanleg vlak langs het pad slecht was. In een geval waarin een dergelijk pad door een perceel liep, mislukten bieten op die plaats volkomen.

BESTRIJDING VAN ZINKOVERMAAT

a. Uit het voorgaande blijkt dat zinkovermaat kan worden bestreden door bekalking. Hieraan zijn echter bezwaren verbonden. In de eerste plaats zijn grote hoeveelheden kalk nodig. Voor bieten zou in de beschreven gevallen een hoeveelheid van 10 ton en meer per ha gebruikt moeten worden. In de tweede plaats kan door de grote hoeveelheid kalk de pH zo sterk worden verhoogd dat mangaangebrek het gevolg is.

Er werd daarom op twee percelen nagegaan hoe diep het zink in de grond was doorgedrongen. Uit tabel 5, waarin het zinkgehalte van de grond op verschillende diepten is vermeld, blijkt dit gehalte op het ene perceel sterk

af te nemen met de diepte. Op deze grond zou het dus zin kunnen hebben diep te ploegen, indien althans zekerheid bestaat dat niet opnieuw zink wordt aangevoerd. Op het andere perceel daalt het zinkgehalte sterk beneden 40 cm diepte. Ook hier zou diep ploegen een gunstig effect hebben. Indien geen volledig herstel optreedt zou met een kleinere hoeveelheid kalk kunnen worden volstaan.

Tabel 5 Zinkgehalte van de grond op verschillende diepten van percelen met zinkovermaat

laag depth	zink in de grond mg/kg (2½ % azijnzuur) zinc content of the soil in p.p.m. (2½ % acetic acid)	
	Tobben, Neer	Wagemans, Neer
0- 20 cm	723	174
20- 40 cm	139	751
40- 60 cm	11	122
60- 80 cm	9	70
80-100 cm	4	47

Table 5 Zinc content of the soil on different depth of fields with zinc excess

Alvorens percelen met zinkovermaat te bekalken verdient het aanbeveling door middel van grondonderzoek op verschillende diepten na te gaan of diep ploegen zin heeft. Hierbij wordt er van uitgegaan, dat de wortelgroei in mindere mate dan de bovengrondse delen door overmaat zink wordt benadeeld. Nader onderzoek in deze richting is gewenst. De bemonstering van de diepere lagen werd niet uitgevoerd op percelen langs de Dommel.

b. In het voorgaande werd vermeld, dat de waargenomen chlorose sterk deed denken aan ijzergebrek en dat Hewitt (5) gevonden heeft dat zowel ijzer- als mangaangebrek door zinkovermaat kan worden veroorzaakt.

In een potproef met een grond met zinkovermaat werd de invloed van toediening van ijzer op de groei van bieten nagegaan. Daartoe werden de chelaten Chel 138 en Chel 330 gebruikt. Kleinere hoeveelheden ijzerchelaat werden in oplossing, grotere giften in vaste vorm door de grond gemengd. Uit tabel 6 blijkt dat de laagste giften ijzerchelaat de groei hebben begunstigd. De planten waren echter nog niet gezond. Bij de oogst waren de planten vuilgroen met een geelgroene verkleuring aan top en randen. Een gift van 60,64 mg ijzer per pot en hoger bleek de groei duidelijk te remmen. Bij gebruik van Chel 138, dat paars gekleurd is, waren de bladeren paars. De diepte van de kleur nam toe met de gebruikte hoeveelheid chelaat. De paarse kleur verdween geleidelijk en was na 4 weken ook bij de hoogste giften verdwenen. Bij de oogst waren de planten in de potten met veel chelaat gedrongen. Bij hoge giften Chel 330 waren de bladeren gevouwen en trad necrose op, de planten gingen te gronde. Grote giften Chel 330 waren schadelijker dan Chel 138.

Door middel van toediening van ijzer kan men dus wel de symptomen van ijzergebrek opheffen, maar de groei niet volledig herstellen. Dit is in overeenstemming met de resultaten van Millikan (8), die waarnam dat bij vlas

door extra ijzer de door zink en andere zware metalen geïnduceerde symptomen van ijzergebrek werden opgeheven maar dat het toxische effect van zink bleef bestaan. Ook Hunter (6) vond dat de invloed van overmaat zware metalen tweeledig is, nl. chlorose (geïnduceerd ijzergebrek) en andere symptomen, specifiek voor elk element.

Tabel 6 Invloed van ijzerchelaten op de groei van bieten op een grond met zinkovermaat

hoev. Fe mg/pot (1,5 kg grond) <i>amount of Fe mg/pot (1,5 kg of soil)</i>	hoev. Chel 330 mg/pot <i>amount of Chel 138 mg/pot</i>	hoev. Chel 138 mg/pot <i>amount of Chel 330 mg/pot</i>	droge stof g/pot		zink in loof mg/kg	
			<i>dry weight g/pot</i>		<i>zinc content in foliage p.p.m.</i>	
			Chel 138	Chel 330	Chel 138	Chel 330
0	0	0	1,9	—	1600	—
12,13	1666,0	115,5	3,0	3,2	1800	1650
24,26	3332,0	2310,2	2,9	3,3	1648	1848
60,64	833,0	577,5	1,6	2,7	1709	1824
121,28	166,6	1155,1	2,1	1,2	1758	1988
242,57	333,2	231,0	1,9	0,6	1521	2424
363,85	4998,0	3465,3	1,4	0	1839	—

Table 6 Influence of iron chelates on growth of beets on a soil with zinc excess

Uit tabel 6 blijkt dat het zinkgehalte door ijzerchelaat niet wordt verlaagd, zodat het specifieke effect van zinkovermaat niet wordt opgeheven.

PLAATS WAAR HET DOOR OVERMAAT GEÏNDUCEERDE GEBREKSSYMPTOOM OPTREEDT

Hewitt (5) vond bij zijn onderzoek over zinkovermaat bij bieten ijzergebrek in de jongste bladeren en mangaangebrek in de oudste. Forster (2) nam daarentegen de symptomen van ijzergebrek bij zinkovermaat waar in de oudste bladeren. Het is bevreemdend, dat als de ijzerhuishouding in de plant door overmaat aan een ander element wordt verstoord, de symptomen van ijzergebrek het eerst in de jongste en niet in de oudste bladeren zouden optreden. Gezien het feit dat de ophoping van het desbetreffende element (in dit geval zink) in de eerste plaats in de onderste bladeren plaatsvindt, zou verwacht worden dat de verstoring van de ijzerhuishouding ook het eerst in de oudste bladeren zal optreden.

In de proeven met grond werden de symptomen van mangaangebrek niet waargenomen. Over de plaats, waar de symptomen optreden kan geen uitspraak worden gedaan, daar de planten met zinkovermaat zeer klein waren. Daarom werden gezonde bietenplantjes in watercultuur gekweekt. Toen de planten ca. 15 cm groot waren, werden enkele planten verder gekweekt zonder ijzer, terwijl andere in een volledige voedingsoplossing werden gezet waaraan overmaat zink was toegevoegd. In de potten zonder ijzer verschenen de symptomen van ijzergebrek in de jongste bladeren, terwijl in die met zinkovermaat de symptomen overeenkomstig onze verwachting in de oudste bladeren optraden.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Onderzoek werd verricht naar de slechte groei van landbouwgewassen langs het riviertje de Dommel onder Waalre (N.B.). Daarbij bleek, dat de oorzaak ligt in overmaat aan zink, dat vóór 1940 door bevoeiingen op deze percelen is afgezet. Eenzelfde verschijnsel is gevonden bij Neer (L.) langs het gelijknamige riviertje. Het zink is afkomstig van de zinkfabrieken in Brabant en België. Het verschijnsel treedt ook op langs rijwielpaden, die verhard zijn met sintels van zinkfabrieken.

Bij bieten veroorzaakt zinkovermaat sterke groeiremming, gepaard met symptomen van ijzergebrek. Haver met ernstige zinkovermaat is sterk geremd in groei en heeft rose bladpunten. Bij geringere zinkovermaat is de groei minder sterk geremd en komen necrotische vlekken in het blad voor. Deze vlekken doen denken aan mangaangebrek, maar zijn grijzer van tint. Later verdorren de bladeren beginnend bij de top. Een flinke bekalking van de grond verlaagde het zinkgehalte van de plant sterk, waardoor de schade werd opgeheven. Het gehalte van de grond aan zink oplosbaar in 2½ % azijnzuur werd echter door bekalking niet verlaagd. Er is dus geen paralleliteit tussen de opneembaarheid van zink door de plant in afhankelijkheid van de pH en de oplosbaarheid van zink in 2½ % azijnzuur.

Grote hoeveelheden kalk kunnen mangaangebrek veroorzaken.

De verticale verplaatsing van zink in de grond is niet groot, daarom verdient diep ploegen soms wellicht aanbeveling, indien althans de aanvoer van zink heeft opgehouden.

Bemesting met ijzerchelaten deed de symptomen van ijzergebrek verdwijnen, maar herstelde de groei niet. Het zinkgehalte van de plant werd door ijzerchelaten niet verlaagd.

In tegenstelling met de bevindingen van Hewitt (5) bleek dat de verschijnselen van ijzergebrek veroorzaakt door zinkovermaat, het eerst optreden in de oudste bladeren. Zoals bekend treedt absoluut ijzergebrek wel op in de jongste bladeren.

SUMMARY

The poor growth of arable crops along the small river Dommel at Waalre (province of Noord-Brabant) was investigated. The results indicate that this disorder was caused by zinc excess, the metal having been sedimented by flooding of these fields in the years before 1940. The same phenomenon was observed along the small river Neer in the province of Limburg. This zinc excess was due to industrial wastes from zinc factories in the province of Noord-Brabant and Belgium. The disorder can also be noticed along bicycle-tracks paved with slag from zinc factories.

Beets suffering from zinc excess are stunted whereas symptoms of iron deficiency may be noticed also. Oats show a stunted growth and pink coloured leaf tips under the influence of serious zinc excess. In case of slighter excess the stunting is less pronounced and necrotic spots are noticed on the leaves. These spots may suggest manganese deficiency but the tint is greyer. At a later stage the leaves wither beginning at the tops.

Large dressings of lime strongly reduced the zinc content of the plants so that damage was

limited. The zinc content of the soil soluble in 2½ % acetic acid, was not reduced by liming.

However a large amount of lime may cause manganese deficiency. The migration of zinc in the soil is rather small, so the zinc concentration of the sub soil is much lower than of the top soil. On account of this trench ploughing may be advisable and of course further zinc sedimentation should be prevented. Symptoms of iron deficiency disappear by fertilising with iron chelates, but growth was not improved. The zinc content of the plants was not reduced by iron chelates. In contrast to the experiments of Hewitt (5) it was found in water cultures, that symptoms of iron deficiency induced by zinc excess appear first in the oldest leaves. As known with insufficient iron supply the symptoms appear in the youngest leaves.

LITERATUUR

- 1 CROOKE, W. M.: Effect of soil reaction on uptake of nickel from a serpentine soil. *Soil Sci.* 81 (1956) 269—275.
- 2 FORSTER, W. A.: Some effects of metals in excess on crop plants grown in soil culture. II. Effects of copper and zinc on crop plants grown in a variety of soils. *Ann. Rep. Long Ashton* (1950) 108—133.
- 3 HENKENS, CH. H.: Onderzoek over molybdeengebrek. *Landbouwwoorl.* 14 (1957) 213—217.
- 4 HEWITT, E. J.: Experiments on iron metabolism in plants. I. Some effects of metal induced iron deficiency. *Ann. Rep. Long Ashton* (1948) 66—81.
- 5 —: Metal interrelationships in plant nutrition. I. Effects of some metal toxicities on sugar beet, tomato, oat, potato and marrowstem kalé grown in sand culture. *J. Exp. Bot.* 4 (1953) 54—64.
- 6 HUNTER, J. G. and O. VERGNANO: Trace elements toxicities in oat plants. *Annals Applied Biology* 40 (1953) 761—777.
- 7 KOETSVELD, E. B. VAN en J. J. LEHR: Over het zinkgehalte van grond en gras in Nederland en betekenis hiervan voor de voeding van het rundvee. *Landbouwk. Tijdschr.* 73 (1961) 371—381.
- 8 MILLIKAN, C. R.: Effect of molybdenum on the severity of toxicity symptoms in flax induced by an excess of either manganese, zinc, copper, nickel or cobalt in the nutrient solution. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 13 (1947) 180—187.
- 9 PEECH, M.: Availability of ions in sandy soils. *Soil Sci.* 51 (1941) 473—485.
- 10 SCHELTINGA, H.: Lood in grond, plant en dier. *Landbouwk. Tijdschr.* 67 (1955) 153—164.
- 11 WEAR, J. J.: Effect of soil pH and calcium on uptake of zinc by plants. *Soil Sci.* 81 (1956) 311—315.