



*Zinkgebrek in de top van een oude appelboom op de voorgrond
bovenaan. Achtergrond en voorgrond rechts normale groei*

Sporen-elementen in de tuinbouw (I)

door dr D. Mulder, onderzoeker bij „Zeelands Proeftuin”

Het is nu ruim 100 jaar geleden dat Liebig, de beroemde Duitse landbouwscheikundige, het gebruik van kunstmest begon te propageren, daar hij inzag dat de opbrengsten in de landbouw door uitsluitend gebruik van organische mest niet konden stijgen en vaak zelfs daalden. Liebig maakte duidelijk, dat men roofbouw pleegde op de minerale voorraden van de grond en dat aanvulling daarvan met kunstmest nodig was. Daarmee begon de eerste eeuw van kunstmestgebruik.

Nu, na deze eeuw van intensief kunstmestgebruik, neemt de propaganda voor organische bemesting weer sterk toe. Prof. Hudig schrijft zelfs over „een nieuwe revolutie of mogelijke evolutie”. Bedoelt prof. Hudig met het eerste een volledige terugkeer naar organische bemesting en met het tweede een combinatie van kunstmestgebruik en organische bemesting? Zeker is, dat de tweede eeuw van de kunstmest begint met eerherstel van de organische bemesting en een meer gematigd optimisme omtrent de kunstmest.

Wat zijn nu de oorzaken van deze ommekeer of

beter gezegd vooruitgang in de inzichten omtrent bemesting?

Slechts één ervan kan hier besproken worden en wel het tekort aan sporenelementen in de plant, dat ten dele een gevolg is van het achterwege laten van organische bemesting en de toediening van kunstmest. Er zij onmiddellijk de nadruk op gelegd, dat dit slechts ten dele aan de bemestingspolitiek te wijten is. Er zijn nog andere redenen voor tekorten aan sporenelementen.

Wat zijn sporenelementen?

Sporenelementen is een nog niet zo oude benaming voor voedingsstoffen van de plant die vroeger en ook nu nog wel micro-elementen, oligo-pleronten of oligodynamische stoffen werden genoemd. De naam sporenelementen vindt echter meer en meer ingang en verdient om zijn eenvoud de voorkeur. Deze naam is niet gekozen omdat deze elementen sporen achterlaten, sporen vormen of sporen hebben, maar omdat er slechts spoortjes van in de plant voorkomen. Buitengewoon kleine hoeveelheden ervan zijn van

wonderbaarlijk grote invloed op de plant. Zij zijn even onmisbaar als stikstof, fosfor en kali. Men kent op het ogenblik zes sporenelementen: ijzer, mangaan, koper, zink, borium en molybdeen. Hiervan komt ijzer nog in betrekkelijk grote hoeveelheden voor, maar de overige vijf in zeer kleine hoeveelheden. Van ijzer is 1—2 ons per 1000 kg droge stof van de plant nodig. Van mangaan is maar de helft van die hoeveelheid, dus 50 tot 100 gram per 1000 kg nodig. Voor koper gelden nog kleinere hoeveelheden: 3—12 gram per 1000 kg schijnt genoeg te zijn in de bladeren van de appel. Zink is weer in iets grotere hoeveelheden aanwezig: 40—80 gram per 1000 kg. Het element borium is in een appelboom in een gemiddelde hoeveelheid van 10—40 gram per 1000 kg aanwezig. Bij al deze getallen moet men bedenken dat er ook waarden gevonden zijn die er nog onder en boven vallen. De variatie is dus zeer groot. Van molybdeen bestaan geen gegevens over de appel, maar in klaver werden gehalten van 60—150 gram per 1000 kg droge stof gevonden. Rekent men nu bijvoorbeeld het mangaangehalte uit voor een kist appels die 25 kg weegt, dan blijkt daarin ruim één tot twee gram mangaan te zitten. In volume uitgedrukt betekent dit, dat er één tiende tot drie tiende kubieke centimeter mangaan in zit.

Hoe is de werking van de sporenelementen?

Hoe is het nu mogelijk dat zulke kleine hoeveelheden van een stof toch zo belangrijk zijn, dat een biet gaat rotten, erwten bruin worden in het centrum en appelbomen niet meer groeien als er niet voldoende van aanwezig is? Dit kan alleen doordat deze elementen geen onderdeel vormen van een van de bouwstoffen van de plant, maar bij de opbouw stimulerend werken. Zij zetten dus de plant aan, een bepaald proces te doen plaats grijpen. Zij versnellen chemische reacties zonder aan die reacties zelf deel te nemen. Na hun stimulerende en activerende invloed te hebben uitgeoefend, verkeren deze stoffen nog in dezelfde toestand en kunnen, zodra weer nieuwe grondstoffen voor hetzelfde proces door de plant zijn aangevoerd, opnieuw hun gunstige invloed uitoefenen. Zij worden dus niet verbruikt tijdens de vorming van een of andere bouwstof, worden niet in een of ander molecuul ingemetseld (tenzij in een enzym) zoals magnesium in het bladgroen, maar blijven ter beschikking. Dergelijke stoffen noemt men katalysatoren, het proces zelf katalyse en hun invloed katalytische werking. Het klassieke voorbeeld ervan is de vorming van bladgroen onder invloed van ijzer. In bladgroen vindt men geen ijzer en toch is ijzer absoluut noodzakelijk voor de vorming ervan.

Van de andere sporenelementen is de werking niet zo precies bekend. Van mangaan wordt ondersteld, dat het bij verbrandingsprocessen regeland optreedt. Het kan door overgang van de ene oxyde-vorm in de andere zuurstof overdragen. Ook ijzer werkt hierin mee. De verhouding ijzer: mangaan is gebleken van

betekenis te zijn. Een dergelijk stel katalysatoren van oxydatie- en reductieprocessen zouden zink en koper zijn. De versterkte afbraak van groeistof bij afwezigheid van zink zou berusten op zijn invloed op oxydatieprocessen.

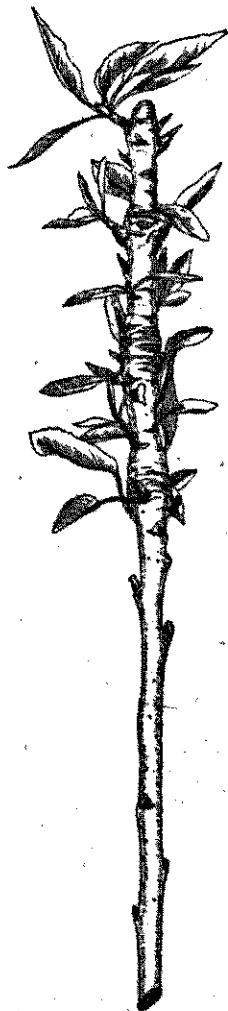
Zowel van zink als van koper is bekend, dat zij voorkomen in een enzym, van zink alleen bij dieren, van koper bij planten. Het zijn beide enzymen die de oxydatie bevorderen.

Aan borium worden vele functies toegeschreven. In de eerste plaats heeft het invloed op de opneming van water door het protoplasma. Dunwandige cellen worden groter onder invloed van boriumgebrek en kunnen zelfs barsten. Er wordt ook ondersteld, dat borium een functie heeft bij de vorming van pectine in de celwand. Dit zou de verklaring kunnen zijn van de afsterving van dunwandige parenchymteuze wanden. Voorts is een verband gevonden tussen de opname van calciumionen en de boriumvoorziening in die zin, dat borium de opname van calcium verbetert. Tenslotte speelt borium een rol in de koolwaterstof- en stikstof-stofwisseling.

Over de functie van molybdeen is nog heel weinig te zeggen. Er is echter duidelijk gebleken dat dit element een belangrijke functie heeft bij de stikstofassimilatie van de plant.

Van alle sporenelementen geldt dat zij katalytische werking uitoefenen, hetzij als ion hetzij opgenomen in een enzym.

Welke omstandigheden leiden nu tot een tekort aan deze stoffen in de plant? In de eerste plaats zij opgemerkt, dat voor een goed functioneren van de stofwisseling de verhoudingen tussen de elementen onderling van de grootste betekenis zijn. Een teveel van een bepaald element kan even schadelijk zijn als een tekort aan een ander element. In de tweede plaats is het feit van belang, dat de opname van sporenelementen door de plant uit de bodem niet zozeer afhangt van de absolute hoeveelheden van die stoffen in de bodem als wel van hun beschikbaarheid. In ons land zijn de absolute hoeveelheden als regel wel voldoende, tenzij men denkt aan uitgeleegde zandgronden waar wel een absoluut tekort de oorzaak van een gebrekkige ziekte kan zijn. De sporenelementen zijn niet onder alle omstandigheden even goed opneembaar voor de wortels in de bodem. Zij kunnen in onoplosbare verbindingen voorkomen die voor de plant onbruikbaar zijn. Het optreden van deze onoplosbare verbindingen hangt af van twee factoren: 1e. de zuurgraad van de grond; 2e. de hoeveelheid van bepaalde andere elementen in de grond. Bij een pH boven de 7.0 zijn de meeste sporen-



Zinkgebrek van appel 3 jaar; scheuten met zinkgebrek op normale tak



*Boriumgebrek van bloemkool
(Verkleuring van de bloemknoppen)*



*Boriumgebrek van koolraap
Overgenomen uit "Trace elements in plants and animals" van W. Stiles*

elementen slecht opneembaar. Behalve molybdeen zijn alle sporenelementen goed beschikbaar bij een pH van 6.5. Molybdeen is tot nu toe het enige sporenelement dat in zure grond slecht opneembaar is. Het zijn speciaal de elementen calcium, kalium en fosfor, die de opneembaarheid ongunstig beïnvloeden, wanneer zij in overmaat aanwezig zijn. Calciumovermaat bevordert een tekort aan ijzer, mangaan, zink en borium. Kaliumovermaat kan een tekort aan opneembaar borium eveneens in de hand werken. Overmaat aan fosfaten in de bodem vermindert de opneembaarheid van koper en zink. De sporenelementen beïnvloeden elkaar ook onderling: een overvloed aan opneembaar mangaan in de bodem bewerkt een ijzergebrek in de plant. In dit geval berust het ijzergebrek niet op het onopneembaar worden van ijzer in de bodem, maar op de overmaat mangaan in de plant, waardoor de juiste verhouding ijzer-mangaan in de plant verstoord is. Ook ijzergebrek ten gevolge van kalkovermaat in de bodem berust ten dele op een dergelijk verbroken evenwicht, ditmaal door een kalkovermaat in de plant. Het optreden van onoplosbare verbindingen van sporenelementen in de bodem hangt, behalve van de zuurgraad en de hoeveelheden van andere elementen, ook van de hoeveelheid kleideeltjes, de hoeveelheid humus en de aantallen micro-organismen af. Naarmate een grond zwaarder is, blijven de sporenelementen beter beschikbaar voor de wortels.

Gebrekkverschijnselen

De verschijnselen, die zich voordoen aan planten ten gevolge van de afzonderlijke tekorten aan sporen-

elementen, zijn kenmerkend voor die elementen. Wij kunnen drie verschijnselen onderscheiden:

1. chlorose of geelzucht;
2. misvorming;
3. necrose of afsterving.

De chloroseverschijnselen ontstaan door een onvoldoende vorming van bladgroen, terwijl de gele kleurstoffen in het blad wel gevormd worden. IJzer-, mangaan- en zinkgebrek zijn gekenmerkt door chlorose. In ernstige gevallen kan bij ijzergebrek necrose volgen.

Misvorming van bladeren en scheuten komt voor bij zinkgebrek, boriumgebrek en molybdeengebrek.

Verschijnselen van afsterving zijn beperkt tot kopergebrek en boriumgebrek, afgezien van ernstig ijzergebrek.

Gaan wij nu na wat de symptomen van de diverse ziekten zijn, dan blijkt het volgende. IJzergebrek uit zich als een gelijkmatig verspreide geelzucht van het hele blad. Alleen langs de nerven ziet men smalle strepen bladgroen. De assimilatie is dus minimaal en dit kan dan ook tot necrose leiden.

Bij mangaangebrek is de geelzucht als regel niet zo ernstig. In matige gevallen is bijvoorbeeld 50% van de bladoppervlakte geel en de andere helft groen. Geel en groen zijn niet gelijkmatig verspreid, maar het geel bevindt zich althans bij de appel in onregelmatige streken tussen de zijnerf. Mangaangebrek vermindert ongetwijfeld de assimilatie, maar niet zo ernstig als ijzergebrek en leidt niet tot necrose van de bladeren bij appel of peer. Dit is echter wel het geval bij de biet.

