

Sporenelementen

Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: opbouw van de cel, fotosynthese, transport in de plant, plantenvoeding.

Micro-nutriënten – inleiding

Planten hebben vijftien elementen per se nodig. Als er eentje ontbreekt functioneren ze niet meer goed. Twaalf daarvan nemen ze op uit de grond of de voedingsoplossing. Die worden onderverdeeld in hoofdelementen en sporenelementen. Andere woorden daarvoor zijn macro- en micro-nutriënten. De sporenelementen heten zo omdat de plant er maar weinig van nodig heeft. Het zijn: ijzer, mangaan, koper, borium, zink, molybdeen.

Daarnaast zijn er elementen die niet per se noodzakelijk zijn, maar die wel op sommige planten een positief effect kunnen hebben. Silicium is daarvan het belangrijkste voorbeeld.

Beeldsuggestie: Foto zakken met meststoffen (NPK)

De rol van mangaan - basis

Mangaan speelt in verschillende stappen van de fotosynthese een rol. Daarom leidt een gebrek tot gele plekken tussen de nerven in het blad. Het lijkt daarmee op ijzergebrek. Zware gebreksgevallen komen in de glastuinbouw vrijwel niet voor, behalve bij fouten in de voedingsoplossing. Mangaan is namelijk van alle elementen het meest gevoelig voor de zuurgraad (pH). Boven de 6,5 gaat het al mis met de opname.

Ook een te lage pH is niet goed: dan lost mangaan zo goed op dat het giftig kan worden. De gevoeligheid daarvoor verschilt per ras. Bij *Lilium longiflorum* bijvoorbeeld kan de ene cultivar veel beter tegen te veel mangaan dan de andere.

Overmaat is in de glastuinbouw een groter gevaar dan een gebrek (behalve zoals gezegd bij pH-fouten). Berucht is het vrijkomen van te veel mangaan na stomen, vooral in grond met een lage pH. Bij sla uit een overmaat zich in bruine nerven in oudere bladeren. Er ontstaan kleine bruine stipjes die samenvloeien. De bladrand verdroogt. Ernstiger is dat de krop niet goed sluit, er ontstaat een karakteristieke tulpvorm.

Verder speelt mangaan een rol bij tal van enzymen. Frappant is dat het element in veel gevallen magnesium kan vervangen, waarbij in sommige gevallen het enzym nog beter werkt. Ook de inbouw van stikstof in de plant en de ademhaling kunnen ook niet zonder mangaan.

Tot slot is het belangrijk voor sterke celwanden. Bij een gebrek kan de plant vatbaarder worden voor schimmelziekten.

*Beeldsuggestie: Foto van symptomen bij mangaanovermaat. In *Onder Glas* (boek blz 101) stond foto van *Trachelium* (gratis, via Wim Voogt, WUR Glastuinbouw)*

De rol van koper – basis

Koper is een essentieel onderdeel van een aantal enzymen, die een rol spelen bij de fotosynthese. Een slechte kopertoestand betekent daarom een slechte fotosynthese. Bovendien kunnen er vrije radicalen gevormd worden die allerlei schade aan cellen en celorganen kunnen veroorzaken. Dat komt omdat koperhoudende verbindingen fungeren als tijdelijke ‘parkeerplaats’ voor elektronen tijdens het zeer ingewikkelde fotosyntheseproces. Als die parkeerplaats ontbreekt, reageert het elektron zomaar ergens mee. Het gedraagt zich als het

zogenaamde vrije radicaal. En dat kan aanzienlijke schade opleveren, bijvoorbeeld aan het DNA, de drager van de erfelijke informatie.

Koper speelt verder een rol bij de verhouting (lignificatie) van celwanden. Een licht gebrek leidt al tot misvormde en gedraaide bladeren en een vergrote gevoeligheid van wortels voor bodemziekten. Ook de vruchtbaarheid heeft te lijden onder kopergebrek. De meeldraden laten het stuifmeel niet goed los en het stuifmeel zelf kan steriel zijn. Bij een normale tuinbouwpraktijk en zorgvuldige omgang met de bemesting is kopergebrek in de glastuinbouw geen groot probleem.

Beeldsuggestie: Foto kopergebrek, bijvoorbeeld blz 103 boek Plantkunde onder Glas

Gevaar kopervergiftiging bij nieuwe technieken - verdieping

Voor koper in het gietwater gelden bovenwaarden. Het maximum toelaatbare is 1,1 $\mu\text{mol/liter}$, streefwaarde is 0,8 $\mu\text{mol/liter}$. Maar hoeveel de plant aankan, hangt af van de soort, de cultivar, de stand van het gewas en de groeisnelheid. Als er echt schade optreedt – die er dan wel flink kan inhakken – heeft de tuinder gedurende langere tijd fouten gemaakt. Maar er zijn ook technieken waarbij het oppassen is. Gebruik van een Aqua-Hort moet zorgvuldig gebeuren. Dit is een apparaat dat koper-ionen aan het gietwater toevoegt door middel van elektrolyse. Deze bestrijden schimmels en bacteriën.

Canadese onderzoekers bekeken hoe ver de koperconcentratie op mag lopen bij deze techniek. Bij roos bleek een concentratie van meer dan 2,4 $\mu\text{mol/liter}$ schadelijk. Bij chrysanth was dat 5 $\mu\text{mol/liter}$. Pelargonium kon tot 8 $\mu\text{mol/liter}$ aan. De beste indicator voor schade bleek beoordeling van de wortels op het oog. Bruine punten duiden op afsterven van de wortelpuntjes. Bladschade is géén duidelijke indicator voor kopervergiftiging.

Ook in gesloten of geconditioneerde kassystemen kunnen koperproblemen ontstaan. De teler regelt hier de luchtvochtigheid onder andere door condensatie tegen koude oppervlakken (warmtewisselaars van koper of aluminium). Als hij dat condenswater weer gebruikt, kunnen er problemen ontstaan. In het verleden was dat een reëel probleem. Tegenwoordig valt het mee, maar een hoog kopergehalte blijft een punt van aandacht bij condensatie en hergebruik van het condenswater. Overigens geldt dit niet alleen voor koper. Ook andere metalen warmtewisselaars kunnen ionen afgeven waardoor de gehalten kunnen oplopen.

Beeldsuggestie: Foto Aqua-Hort (of warmtewisselaar) of foto kopervergiftiging Boek Plantkunde onder Glas blz 102

De rol van ijzer - basis

Van alle gebreksziekten komt ijzergebrek het vaakst voor in de glastuinbouw. Ijzergebrek is te herkennen aan het feit dat jonge bladeren geel worden, waarbij de nerven groen blijven. Het lijkt op mangaangebrek, maar daarbij vergelen eerst de middelste en oudste bladeren. Ook voordat je symptomen ziet, kan er al schade optreden omdat de stofwisseling van de cellen belemmerd wordt.

De bladvergelting geeft al aan dat ijzer een relatie heeft met bladgroen. Ijzer komt zelf niet in het bladgroen voor, maar speelt een rol bij de aanmaak. Dat maakt dat een gebrek onmiddellijk zijn weerslag heeft op de productie. Als er immers niet genoeg bladgroen aangemaakt kan worden, draait de motor van de plant niet op volle toeren.

Ijzer heeft verder nog tal van andere functies. Het speelt een rol bij de ademhaling en is ook betrokken bij het vastleggen van stikstof in wortelknolletjes.

De rij met planten die gevoelig zijn voor ijzergebrek is lang. Voorbeelden zijn roos, azalea, hortensia, petunia, cyclamen, aardbei en veel fruitbomen. De gevoeligheid verschilt vaak sterk per ras. Bij cyclamen zijn vooral de diploïde rode cultivars gevoelig voor een gebrek. Bij roos

– een erkend probleemgewas op dit gebied – heeft het ene ras twee tot drie keer zoveel ijzer nodig als het andere.

Ijzergebrek voorkomen vergt wel aandacht voor de pH, de concentratie van andere elementen en goede groeiomstandigheden (geen kou en geen bodem/potgrond die te nat is). Dat ijzergebrek toch nog relatief veel voorkomt, duidt erop dat het allemaal nogal nauw komt.

Beeldsuggestie: Foto ijzergebrek, boek Plantkunde onder Glas blz 106-107. foto ijzergebrek bij roos heeft de voorkeur

Chelaten vergemakkelijken opname ijzer – verdieping

Ijzer is berucht om de problemen bij de opname door de plant. Het element is erg pH-gevoelig. Boven de 6,5 stremt de opname. De plant moet ijzer opnemen als opgelost ion of gebonden aan organische stoffen. Maar in de grond is het in geoxideerde vorm aanwezig. Planten in de natuur hebben verschillende mechanismen ontwikkeld om daarmee om te gaan. Grassen scheiden organische stoffen uit. Daarin worden de ijzerionen ingebouwd. Vervolgens kunnen ze de uitgescheiden stoffen plus het ijzer weer opnemen.

Dit kunstje is afgekeken bij de ontwikkeling van chelaten, die tegenwoordig algemeen toegepast worden. Chelaten zijn grote moleculen die als een klauw om het ijzer heen zitten. Zo kan het ijzer niet neerslaan. Door de komst van de chelaten zijn veel ijzerproblemen van vroeger opgelost. Voorbeelden van chelaten zijn EDTA, DTPA en EDDHA. Dat zijn synthetische verbindingen die het ijzer in oplossing houden. Maar ook de chelaten zijn pH-gevoelig. Ieder chelaat heeft zijn eigen pH-gebied. DTPA bijvoorbeeld is tot pH 6,5 stabiel, daarboven niet.

Een complicatie is dat het ijzer in het chelaat weggedrukt kan worden door een ander element. EDDHA is wat dit betreft stabiel dan andere chelaten. Bij dit fenomeen is - bij potplanten - ook de samenstelling van de potgrond van belang.

Ook de aanwezigheid van te veel zink of magnesium in de voedingsoplossing remt de ijzeropname. Verder kan ijzer met fosfaat neerslaan en dus onopneembaar worden.

Andere omstandigheden die de opneembaarheid van ijzer negatief beïnvloeden zijn afbraak van de chelaten door ultraviolet licht – de teler moet daarom de A-bak houden – of verloop van de pH in de A-bak.

Beeldsuggestie: Foto chelaten

De rol van borium – basis

Bij geen enkel sporenelement luistert de dosering zo nauw als bij borium. Twee keer de normale dosis leidt al tot vergiftiging van de plant. En ook een licht gebrek ontstaat zomaar bij een foutje bij de dosering. Dat is op het oog nog niet zichtbaar, maar heeft wel al zijn effecten in de plant.

Borium speelt een rol bij de celstrekking in de wortels en bij de celdeling. Het element is ook belangrijk bij de opbouw van de vaten, het transportsysteem voor water en mineralen in de plant. Een gebrek aan borium uit zich het eerst in de wortels; in zware gevallen sterven de wortelpunten af. Ook kunnen de vaten misvormingen te zien geven. Deze twee effecten – afsterven wortelpunten en misvormde vaten – zorgen voor een onduidelijk beeld bij een licht boriumgebrek. De plant kan in dat geval minder goed mineralen opnemen en transporteren. Het gevolg is dat een licht boriumgebrek symptomen kan geven die duiden op bijvoorbeeld magnesium- of stikstoftekort. Dat klopt dan ook – deze mineralen worden door het slecht functionerende systeem minder goed opgenomen – maar de oplossing ligt niet in extra magnesium of stikstof toedienen, maar in verhelpen van het boriumprobleem.

Door de rol bij de opbouw van nieuwe celwanden, celstrekking en deling, leidt een gebrek ook tot problemen bij de vorming van nieuwe bladeren. Verder kan de kwaliteit van het stuifmeel dalen bij een te laag gehalte.

Borium is het element waarover het minst bekend is. Veel mechanismen waarbij het een rol speelt zijn niet duidelijk. Misschien zijn allerlei onduidelijke symptomen in de plant wel een uiting van een licht boriumgebrek. Als teler kun je dan maar één ding doen: borium goed in de gaten houden.

Beeldsuggestie: Foto boriumgebrek, boek Plantkunde onder Glas blz 108-109. Chrysant heeft de voorkeur

Molybdeengebrek vermomt zich als stikstofgebrek - basis

Van alle sporenelementen komt molybdeen het minst in de plant voor. Er is nog te weinig over bekend. Duidelijk is wel dat het een rol speelt bij de werking van verschillende enzymen. Een voorbeeld hiervan is het enzym dat ervoor zorgt dat de plant nitraatmeststoffen kan gebruiken. Bij te weinig molybdeen werkt dit enzym niet goed. Daardoor leidt molybdeengebrek dus tot stikstofgebrek.

Een gebrek is overigens met bladbemesting gemakkelijk op te lossen. De lastigste stap hierbij is onderkennen dat het om molybdeengebrek gaat. Onder normale omstandigheden treedt er geen gebrek op. Het element maakt als natriummolybdaat onderdeel uit van de sporenelementenoplossing.

Ook voor de productie van verschillende plantenhormonen is een goede molybdeenvoorziening van belang.

Bij een overmaat aan molybdeen kleuren bladeren van tomaat en bloemkool purper.

Beeldsuggestie: molybdeengebrek lastig te fotograferen. Wellicht foto van meststof met molybdeen

De rol van zink - basis

Zink is belangrijk voor diverse enzymen. Ook de stevigheid van celmembranen is ervan afhankelijk. Daarnaast heeft het een belangrijke rol bij de aanmaak van eiwitten. Daarom is de concentratie in de stengeltop (meristeem) erg hoog. Ook jonge bladeren hebben veel meer zink nodig dan de oudere.

Zinkgebrek uit zich in rosetvorming. Daarom denkt men dat het element belangrijk is bij de vorming van een plantenhormoon. Het mechanisme is niet bekend.

Zinkgebrek komt nauwelijks voor in de tuinbouw. Zinkvergiftiging is een groter gevaar. In hoge concentraties heeft het een funeste invloed op het bladgroen. In het verleden veroorzaakten verzinkte kasdelen zulke problemen. Met coatings is dat opgelost (mits de coating goed is aangebracht).

Beeldsuggestie: foto zinkvergiftiging (zal lastig te achterhalen zijn)

Silicium: niet essentieel, wel nuttig – basis

Silicium is een mysterieus element. Het is niet essentieel voor de groei. Daarom zit het ook niet in standaardvoedingsoplossingen. Maar in de natuur nemen planten silicium soms nog meer op dan andere elementen. De aardkorst bestaat voor een kwart uit silicium – het zit in kwarts, zand, klei en graniet.

Langzaam groeit het inzicht dat silicium een positieve invloed kan hebben op productie, resistentie tegen ziekten, verdamping en weerstand tegen vergiftigingen. Leveranciers van zogenaamde plantversterkers spelen daar op in. Maar er is nog veel te weinig bekend voor algemene adviezen. Veel planten nemen het nauwelijks op; andere daarentegen hebben er wel profijt bij. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (en ook het voormalige proefstation in Naaldwijk) heeft onderzoek gedaan bij een aantal gewassen. Bij saintpaulia werd de gevoeligheid voor echte meeldauw belangrijk verminderd als de onderzoekers silicium toedienden. De gevoeligheid voor botrytis bleef echter gelijk. Bij komkommer steeg de

productie. Ook de meeldauwaantasting ging omlaag. Opvallend was dat op de vruchten een dauwlaag ontstond, waarin de vingerafdrukken bij de oogst bleven staan. Bij courgette en roos steeg de productie licht. Aardbei was minder vatbaar voor meeldauw, maar de vruchtkwaliteit daalde wel. Silicium drong ook vergiftigingsverschijnselen terug, die zich voordoen als sla een overmaat aan mangaan krijgt.

Probleem bij alle proeven – ook internationaal – is dat ze niet op praktijkschaal zijn gedaan. Daarom is de praktijktoepasbaarheid van de inzichten nog gering.

Beeldsuggestie:



De komkommers links kregen silicium. Dat veroorzaakte de dauwlaag op de vruchten. De productie steeg wel en de planten werden minder aangetast door meeldauw.