



Spoorelementen minimaal gevraagd, maar essentieel

Voedingselementen voor het voetlicht (6)

Als laatste in deze serie over voedingsstoffen worden de spoorelementen behandeld. Zoals de naam al doet vermoeden, zijn ze in veel geringere hoeveelheden nodig dan de hoofdelementen. Maar evenals bij de hoofdelementen moeten boomkwekerijgewassen ook van de spoorelementen een minimale hoeveelheid kunnen opnemen. Als dat niet mogelijk is, kunnen gebreksverschijnselen optreden.

Auteur: René Krikke

Hoe gering dus ook, spoorelementen zijn net zo essentieel voor boomkwekerijgewassen als hoofdelementen zoals stikstof of kalium. Welke spoor-elementen er zijn en welke rol ze vervullen, wordt in dit artikel behandeld.

Spoorelement of niet

Ten aanzien van de elementen borium (B), koper (Cu), ijzer (Fe), mangaan (Mn), molybdeen (Mo) en zink (Zn) bestaat geen onduidelijkheid. Deze elementen kunnen alle worden aangeduid als spoorelementen. Daarnaast worden in de literatuur ook elementen als cobalt (Co) en selenium (Se) genoemd als spoorelement. Welke rol deze elementen in boomkwekerijgewassen vervullen, is nog onvoldoende onderzocht. Een ander element is silicium (Si). Wij beschouwen silicium als hoofdelement. Uit onderzoek in verschillende gewassen (niet-boomkwekerijgewassen) blijkt dat silicium voor sterkere bladeren kan zorgen, die minder vatbaar zijn voor schimmelziekten. Bovendien kan een hoge concentratie Si in het wortelmilieu schade door zware metalen beperken en draagt silicium bij aan een hogere mobiliteit van spoor-elementen in de plant. Of het nuttig is om dit element toe te voegen aan meststoffen voor de boomkwekerij is onduidelijk.

Opname en functie in de plant

Aangezien boomkwekerijgewassen slechts gerin-

ge hoeveelheden van spoorelementen nodig hebben, mag het duidelijk zijn dat spoorelementen slechts zelden in celstructuren zijn ingebouwd. De meeste spoorelementen hebben een andere functie. Ze vormen vaak een onderdeel van (co)enzymen in de plant of spelen een rol bij de opbouw van energie en de omzetting ervan. Zo speelt ijzer een belangrijke rol bij de fotosynthese en ademhaling van de plant. In het fotosyntheseproces draagt ijzer bij aan de opbouw van chlorofyl, ook wel bladgroen genoemd. Mangaan speelt eveneens een belangrijke rol in de fotosynthese (als onderdeel van het enzym SOD) en activeert ook andere typen enzymen in de plant. Hierdoor is mangaan een onmisbaar element bij de kieming en ontwikkeling van jonge gewassen. Zink en borium zijn eveneens belangrijke elementen bij ademhalingsprocessen, eiwitopbouw en fotosynthese. Koper speelt een belangrijk rol bij de aanmaak van lignine, dat stabiliteit aan de plant geeft. Molybdeen is aanwezig in enzymen die een katalysator zijn voor enkele omzettingen in de plant, onder andere bij de omzetting van ammoniumstikstof in aminozuren. Molybdeen lijkt ook nodig te zijn voor de vorming van het hormoon ABA. Ijzer wordt bij voorkeur als Fe^{2+} opgenomen, maar opname als Fe^{3+} vindt ook plaats. Koper wordt opgenomen als Cu^+ of Cu^{2+} , zink als Zn^{2+} , mangaan als Mn^{2+} en molybdeen als Mo^{5+} of Mo^{6+} . Borium wordt door de plant

hoofdzakelijk als boorzuur (H_3BO_3) opgenomen. Dit betekent dat dit element vooral passief (met de wateropname) de plant in gaat. De overige elementen worden vooral actief opgenomen.

Gebreks- en overmaatverschijnselen

Typische gebreksverschijnselen van ijzer bij loofhoutgewassen zijn geelverkleuring, matige vertakking en remming van de lengtegroei. Door een verstoorde bladgroenopbouw blijft het bladoppervlak klein en is het bladmoes lichtgeel tot wit tussen de bladnerven. Aangezien ijzer weinig mobiel is in de plant, zijn het vooral de jonge bladeren die deze lichtverkleuring het eerste vertonen. Eerst ontstaan lichter gekleurde vlekjes en deze breiden zich uit tot intensief gele vlakjes tussen de nerven (chlorose). Bij sterke instraling verbrandt het bladmoes. Later in het groeiseizoen worden ook de lager geplaatste bladeren op de scheuten lichtgeel tussen de nerven. Bij bijvoorbeeld *Cytisus* verkleurt niet alleen het blad geel, maar ook de top van de scheuten. Bij groene en blauwe coniferen blijven de planten korter in geval van ijzergebrek. Het verschijnsel begint aan de top en breidt zich dan uit naar lager ingeplante scheuten. In de zomermaanden kan onder droge omstandigheden necrose ontstaan. Ericaceeën moeten worden geteeld in grond met een lage pH. Bij Ericaceeën treedt ijzergebrek vaak op als ze worden uitgeplant in grond met

een hogere pH. Meestal zijn de symptomen zichtbaar in het laatste schot in de zomermaanden. Bij Rhododendron en Azalea zijn de ijzergebreksverschijnselen ook eerst in de top van de plant zichtbaar. In de zomer kan het gele blad afsterven. Calluna en Erica groeien bij ijzergebrek maar weinig; het gewas is ijl en kleurt geelgroen tot geel.

Een overmaatverschijnsel van ijzer in de plant is niet bekend, maar te veel Fe in het wortelmilieu kan nadelig zijn voor de wortelontwikkeling. De aanwezigheid van veel ijzer in de grond kan de opname van andere elementen belemmeren, waardoor andere gebreksverschijnselen ontstaan, zoals bijvoorbeeld tekort aan fosfaat. angaangebrek lijkt op ijzergebrek: het jonge blad wordt het eerst aangetast; als de scheuten uitgroeien, wordt het laatst ontwikkelde blad ook aangetast. In een vroeg stadium treedt er eveneens chlorose tussen de bladnerven op. De hoofdnerf en de zijnerf blijven groen. In een vergevorderd stadium van mangaangebrek ontstaan rode tot bruine afgestorven vlekken op het blad. Coniferen met mangaangebrek vertonen afwijkende groei, lichtere naaldkleur en schubben in de toppen van de plant. Juniperus met mangaangebrek heeft zilvergrijs verkleurde groei punten. Bij mangaanovermaat zijn bruine puntjes zichtbaar aan de toppen van de oudste bladeren. Dit kan echter alleen optreden op gronden met een zeer lage pH ($\text{pH} < 4$); pH-verhoging door bijvoorbeeld bekalking lost het probleem op. Zinkgebrek is erg moeilijk waarneembaar door de weinig uitgesproken verschijn-

selen. Het duidelijkste symptoom is "dwerggroei". Daarnaast kan net als bij ijzer- en mangaangebrek ook weer chlorose optreden.

Als gevolg van een verstoorde groeistofwisseling kan een tekort aan borium leiden tot afsterven van groei punten en wortelpuntjes. Daardoor zal het gewas ernstig geremd worden in de groei. Bij Ericaceeën blijft het jonge blad klein en sterven de hoofdknop en scheut af. Droog schraal weer en veel calcium in het wortelmilieu kunnen boriumgebrek versterken. Typend voor borium is de smalle marge tussen tekort en overmaat. Boriumovermaat is zichtbaar als necrotische puntjes in de rand van oude bladeren. Een geringe bekalking verhelpt de overmaat aan borium weer snel. Bij kopergebrek treedt verkleuring op in het blad, eerst vaalgroen en vervolgens lichtgroen. De bladeren krullen vaak om. De waterhuishouding is vaak verstoord, waardoor deze symptomen lijken op verdrogingsverschijnselen. De totale lengtegroei blijft achter; bij onder andere Chaenomeles sterven ook de topbladeren af. Koperovermaat komt niet veel voor, maar kan ijzergebrek veroorzaken. Molybdeengebrek is zichtbaar als geelverkleuring van de bladrand terwijl de rest van het blad groen blijft. De bladrand krult naar boven om en er ontstaat een lepelvormige blad vorm. Vanaf de top van de plant naar beneden sterft het blad af. Bij Juniperus is de takstand afwijkend. In Abies en Picea zijn de naaldpunten donkerbruin. Bij Rhododendron kleuren de topbladeren lichtgroen; later worden ze bruin en necrotisch, wat eruitziet als verbranding.

Verschijnselen van overmaat aan molybdeen zijn niet bekend.

Spoorelementen in de grond

Problemen met een gebrek aan spoorelementen in boomkwekerijgewassen zijn meestal terug te voeren op een slechte beschikbaarheid van spoorelementen in de grond. Van ijzer, koper, mangaan en zink neemt de beschikbaarheid in de grond af naarmate de pH hoger is als gevolg van een hoge beschikbaarheid van fosfaten en carbonaten (wanneer de pH nog hoger is). Onnodige bekalking en gebruik van basisch werkende meststoffen kunnen de beschikbaarheid van spoorelementen verlagen. De pH-KCl mag echter ook weer niet beneden de 4 zakken, aangezien dan aluminium en eventueel aanwezige zware metalen de spoorelementen verdringen. Organische stof heeft vaak een positief effect op de beschikbaarheid van spoorelementen. Dit komt doordat de organische stof de spoorelementen aan zich bindt en hierdoor chelateert. Deze gebonden spoorelementen kunnen vervolgens aan het worteloppervlak worden uitgewisseld tegen andere elementen, waardoor de spoorelementen voor opname beschikbaar komen. Daar zit echter wel een grens aan. Bij volgrondsteelten in gronden met veel organische stof (veenachtige ondergrond of menging van veen in bouwvoor) kan de organische stof averechts werken. Met name mangaan is dan vaak zeer slecht beschikbaar. Micro-organismen oxideren daar Mn^{2+} tot bruinsteen (zwartbruine bolletjes in de grond). De beschik-



Ijzergebrek in Potentilla.



Kopergebrek in Pyracantha.



Kopergebrek in Hypericum.

	Laag ijzergehalte	Hoog ijzergehalte
Coniferen		
Araucaria araucana		0,15
Chamaecyparis lawsoniana 'Elwoodii'	0,06	0,22
Juniperus horizontalis 'Wiltonii'	0,12	0,17
Picea abies	0,13	0,41
Ericaceeën		
Calluna vulgaris 'H.E. Beale'	0,09	0,17
Rhododendron 'Catawbiense Boursoult'	0,06	0,10
Loofhoutgewassen		
Acer pseudoplatanus	0,23	0,25
Rosa 'Queen Elizabeth'	0,19	
Skimmia japonica (Rubella)	0,14	0,18
Viburnum Tinus	0,10	0,14

Tabel ijzergehalte in het blad (in gram Fe per kg drogestof).

	Laag mangaangehalte	Hoog mangaangehalte
Coniferen		
Araucaria araucana	0,02	0,07
Chamaecyparis lawsoniana 'Alumnii'	0,02	0,14
Juniperus horizontalis 'Wiltonii'	0,13	0,31
Ericaceeën		
Calluna vulgaris 'H.E. Beale'	0,05	0,07
Rhododendron 'Catawbiense Boursoult'	0,02	0,13
Loofhoutgewassen		
Rosa 'Queen Elizabeth'	0,01	0,11
Skimmia japonica (Rubella)	0,07	0,12
Viburnum Tinus	0,01	0,10

Tabel mangaangehalte in het blad (in gram Mn per kg drogestof).

baarheid van het spoorelement molybdeen neemt toe naarmate de pH stijgt. Boven een pH 7 neemt de beschikbaarheid echter weer sterk af. De beschikbaarheid van borium en molybdeen worden niet beïnvloed door het organischestofgehalte van de grond. Aangezien voor nagenoeg alle spoorelementen geldt dat de opname actief plaatsvindt, is er ook zuurstof nodig in het wortelmilieu. Het spreekt daarom voor zich dat er onder natte omstandigheden eveneens problemen met de opname en beschikbaarheid van spoorelementen optreden.

In potgrond wordt met de basisbemesting vaak ook een buffer aan spoorelementen meegegeven. Bij een te hoge of te lage pH en slechte wortelkwaliteit kunnen in de loop van het teeltseizoen echter wel problemen met de opname ontstaan. Spoorelementen die in het gietwater aanwezig zijn, moeten worden gecorrigeerd in het bemestingsschema. Vanwege de complexiteit van de factoren die de beschikbaarheid van spoorelementen bepalen, is het raadzaam om een deskundig adviseur in te schakelen.

Spoorelementen in meststoffen

Veel gekorrelde, wateroplosbare samengestelde meststoffen bevatten een compleet pakket aan spoorelementen. Het gehalte aan spoorelementen in deze meststoffen is vaak laag (0,01 – 0,5 volumeprocent, afhankelijk van het element). IJzer is meestal aanwezig in de vorm van DTPA-chelaat. Mangaan, zink en koper zijn vaak aanwezig in de vorm van EDTA-chelaat. Via het gebruik van deze meststoffen kan de hoeveelheid spoorelementen op peil worden gehouden indien de toestand goed is. Organische meststoffen bevatten vaak voldoende spoorelementen om het gehalte in de grond op peil te houden. Gebruik samengestelde meststoffen die geen spoorelementen bevatten als er al voldoende spoorelementen beschikbaar zijn. Als uit de grondanalyse blijkt dat het gehalte echt te laag is, moet dit gerepareerd worden. Als het slechts een of twee elementen betreft, is het verstandig spoorelement-meststoffen te kiezen die uitsluitend de spoorelementen bevatten waar een tekort aan is in de grond. Afhankelijk van de pH van de grond kunnen spoorelement-meststoffen in sulfaatvorm of in chelaatvorm

worden gegeven. Op gronden waar de pH 6,5 of lager is, kan met EDTA/DTPA-chelaten worden gewerkt. Bij pH hoger dan 6,5 kan het beste een spoorelement-meststof worden gebruikt met een stabielere chelaat, zoals EDDHA of EDDHMA. Chelaatmeststoffen zijn beduidend duurder dan meststoffen waarbij de spoorelementen niet in chelaatvorm aanwezig zijn.

Zoals eerder genoemd is het gebrek aan spoorelementen in het gewas niet altijd het gevolg van een absoluut tekort aan het element in de grond, maar soms ook van een slechte beschikbaarheid. Voor vollegrondsteelten is een lichte bekalking en de juiste keuze van zuurwerkende of juist basisch werkende meststoffen aan te raden. Mocht dit niet kunnen of onvoldoende resultaat geven en mocht uit gewasanalyse blijken dat er nog steeds een tekort is aan een of meerdere spoorelementen in het gewas, dan kunnen de spoorelementen via bladmeststoffen toegediend worden. Dit kan met samengestelde meststoffen, als enkelvoudige spoorelement-meststof of als een cocktail van spoorelementen. Afhankelijk van de pH en de hardheid van het water dient de meststof de spoorelementen in chelaatvorm te bevatten of in sulfaat- of nitraatvorm. Borium is vaak als boorzuur in meststoffen aanwezig en molybdeen als molybdaat. Neem contact met ons op als u vragen hebt over de keuze van het juiste product.

Streefwaarden voor spoorelementen

De streefwaarden voor bijvoorbeeld de spoorelementen Fe en Mn kunnen sterk verschillen per gewas, zoals blijkt uit de onderstaande tabellen. Aangeraden wordt om tijdens perioden van hoge groeisnelheid in het groeiseizoen en in het najaar een gewasmonster te laten analyseren op gehalte hoofd- en spoorelementen.



Auteur René Krikke is werkzaam bij Relab den Haan onderzoekslaboratorium