

Hoofdelementen (macro-nutriënten)

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

Macro-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 zes hoofdelementen heten zo omdat er veel meer van nodig is dan van de sporenelementen. Het zijn: stikstof, fosfor, kalium, magnesium, calcium en zwavel.

Beeldsuggestie: Foto zakken met meststoffen (NPK)

De rol van stikstof – basis

Het stikstofgehalte van een plant kan wel vijf procent bedragen. Dat is het meest van alle voedingsstoffen. Stikstof zit in ontelbare essentiële enzymen, eiwitten en andere bouwstoffen. In het celvocht en in DNA.

Echte gebreken komen in de glastuinbouw nooit voor. Er is eerder sprake van overbemesting: het zou best wat minder kunnen. Temeer omdat stikstof vooral de vegetatieve groei (blad- en stengelvorming) stimuleert. Een kleiner stikstofaanbod stimuleert bloemvorming en zetting. Daarmee zou wellicht meer te sturen zijn dan nu gebeurt. Probleem daarbij is dat er nog te weinig bekend is over de sturingsmogelijkheden tussen vegetatieve en generatieve groei. In de tuinbouw is altijd een overaanbod stikstof (N) gegeven, dus het inzicht in het verschil tussen gebrek en nét geen gebrek ontbreekt. In het huidige systeem is dat overaanbod ook nodig. Bij roos bijvoorbeeld zou een licht N-gebrek wellicht betere bloemknoppen geven, maar dan ziet het blad er snel te geel uit (en dat verkoop je ook).

Uit onderzoek van Plant Research International is gebleken dat jonge tomatenplanten zich meer generatief ontwikkelen bij een geringer stikstofaanbod.

Bij groene potplanten wil je als teler een snelle productie. Dan ben je geneigd met je stikstof tot het randje te gaan. Maar als je de plant erg opjaagt, houdt hij het in de vensterbank bij de consument maar kort uit. Daar zijn de omstandigheden heel anders dan in de kas en kan het 'kasplantje' snel last krijgen van verwelking en bladrandverdroging. Dat is niet goed voor het imago van de plant en dus de bereidheid om 'm weer te kopen. Ook hier toont zich in de beperking dus de meester.

Beeldsuggestie: foto te weelderige plant (ontstaan door overmaat stikstof)?

Stikstof is mobiel – basis

Een heel handige eigenschap van stikstof is dat het erg mobiel is in de plant. Bij een dreigend gebrek zorgt de plant ervoor dat de nieuwe, jonge bladeren in elk geval genoeg krijgen. Een slimme actie, want daar zit het assimilatievermogen. Hij haalt de stikstof uit de oude bladeren die daarmee egaal geel verkleuren. Bij sommige gewassen (komkommer bijvoorbeeld) is dat goed te zien, maar het betekent nog niet dat er een absoluut gebrek is. Het gaat alleen om een optimale distributie. Toch zorgt deze eigenschap bij siergewassen voor de neiging om te overbemesten. Bij bladplanten is het snel een keuze tussen goed groen houden of gele blaadjes verwijderen. Zo'n plant die in de kas te veel stikstof heeft gekregen, kan in de vensterbank bij de consument juist gaan kwakkelen.

Beeldsuggestie??

Nitraat- en ammoniummeststoffen – basis

De teler kan stikstof in de vorm van nitraat- of ammoniummeststoffen geven. Een plant heeft duidelijk een voorkeur voor ammoniumopname. Maar dat heeft wel tot effect dat de zuurgraad van de oplossing vlak bij de druppelaar daalt. Van de andere kant stijgt de zuurgraad juist als de plant nitraat opneemt. Beide effecten veroorzaakt de plant zelf. Hij scheidt stoffen uit die de zuurgraad beïnvloeden. Daarom moet de teler goed de verhouding tussen nitraat en ammoniumstikstof in de gaten te houden.

Beeldsuggestie: illustratie Yara Boek Plantkunde onder Glas blz 87

Sla met te hoog nitraatgehalte ongezond? – verdieping

Bladgewassen kunnen in de winter een hoog nitraatgehalte bevatten. In het verleden zijn telers die groenten met zulke gehalten leverden, veroordeeld tot boetes. Ze overtraden wettelijke normen die toen golden. Al voor 2000 heeft de European Food Safety Authority geconcludeerd dat iemand die normaal eet, geen gevaar ondervindt van hoge nitraatgehalten. Toch bestaan er nog steeds voedingsadviezen op dit terrein.

Een hoog nitraatgehalte wordt veroorzaakt door een eigenaardigheid van de plant. In de vacuole in de cel heeft hij een bepaalde concentratie opgeloste stoffen nodig. Die houden de osmotische druk in stand, waaraan de plant zijn stevigheid ontleent. Bij veel licht gebruikt hij daar organische zuren voor. Die zijn dan toch in ruime mate aanwezig omdat de plant flink assimileert. Bij weinig licht – dus in de winter – haalt hij de gewenste concentratie echter niet en moet hij echter zijn toevlucht nemen tot andere stoffen. Zoals nitraat. Dat veroorzaakt hoge nitraatgehalten.

Nu kun je stikstof toedienen als nitraat- of als ammoniummeststof. Er valt veel te zeggen voor ammonium. Het veroorzaakt geen problemen met hoge nitraatgehalten in het blad. Bovendien heeft het een energetisch hogere vorm, wat voor de chemische processen in de plant ook nog gunstiger is. Maar zo simpel ligt het niet. In de grond – en veel bladgewassen staan in de grond – breken bacteriën ammonium weer af tot nitraat. En in een voedingsoplossing kan je maar tot een beperkt gehalte gaan omdat ammonium in hoge concentratie de plant juist vergiftigt.

Beeldsuggestie: foto sla in de winkel??

De rol van fosfor – basis

Fosfor – meestal fosfaat genoemd - is voor tal van cruciale processen in de plant onmisbaar. Het element speelt onder andere een essentiële rol bij de energiehuishouding in de plant. De plant slaat energie op in de vorm van ATP, adenosine-trifosfaat. Als er weer energie nodig is, wordt het ATP omgezet in ADP (adenosine-difosfaat) en komt de energie weer vrij. Zo functioneert ATP als de accu van de plant. Overigens zijn de hoeveelheden fosfaat (P) die hiervoor nodig zijn relatief klein.

Grotere hoeveelheden fosfaat zitten in de eiwitten. Verder zit fosfaat in DNA en RNA, de dragers van de erfelijke eigenschappen. En tot slot vervult het element een rol bij de doorlatendheid van de celmembranen, net als calcium.

Een gebrek aan fosfaat begint met kleinere donkerdere bladeren. Vervolgens sterven stukken van het blad af. De plant functioneert niet meer goed bij een gebrek. Waarschijnlijk is het belangrijkste probleem dat de energievoorziening stagneert. Met name de celstrekking kost veel energie.

Beeldsuggestie: Foto plant met fosfaatgebrek (Boek plantkunde onder Glas blz 88)

Fosfaatgebrek bij hoog aanbod - verdieping

Zelfs bij een hoog aanbod van fosfaat kunnen toch tekorten kunnen ontstaan. In de voedingsoplossing zit over het algemeen veel meer dan nodig voor de plant. Je zou daarom nooit tekorten verwachten. Maar het komt aan op de situatie vlak bij de wortel of zelfs erin. De oplosbaarheid van fosfaat is namelijk sterk afhankelijk van de zuurgraad (pH). Vlak bij de wortel kan die zuurgraad sterk afwijken van het gemiddelde in de voedingsoplossing. Dat komt door uitscheidingen van zuur of base door de wortel. Zo kan de tuinder een perfecte pH meten in de oplossing, terwijl die vlak bij de wortel toch te hoog is. Dan slaat het fosfaat neer samen met calcium, waardoor er tevens calciumgebrek kan ontstaan.

Vooraf bij het gebruik van nitraatstikstof kan de zuurgraad te veel stijgen, dat wil zeggen boven de 6,5. Ammoniumstikstof geeft dit probleem niet, maar sommige planten kunnen er helemaal niet tegen en veel planten kunnen geen hoge concentratie verdragen.

Daarbij komt dat dit nog niet het hele verhaal is. Zelfs als vlak tegen de wortel aan de pH oké is, kunnen er nog problemen ontstaan. De plant neemt de nutriënten namelijk niet op aan het buitenoppervlak van de wortel, maar in de wortel zelf. Het is dan essentieel wat er gebeurt in de vrije ruimtes tussen de cellen in de wortel. Hier stijgt de zuurgraad door uitscheidingen van basische stoffen bij gebruik van nitraatstikstof sterk en hier kan het fosfaat dan alsnog (in de wortel zelf) neerslaan. Als de pH net buiten de wortel 6 bedraagt, kan hij in de intracellulaire ruimtes wel tot 7,5 oplopen. Dat is funest.

Beeldsuggestie: illustratie Yara pH-verandering in directe omgeving van de wortels. Boek Plantkunde onder Glas blz 89

Oplossingen bij fosfaatgebrek – verdieping

Als de plant slecht fosfaat op kan nemen vanwege de te hoge zuurgraad is een samenspel van maatregelen nodig. In de eerste plaats moet de teler de pH van de voedingsoplossing in de gaten houden. Het tweede element is de stikstofbemesting; waar mogelijk moet het aandeel van ammonium in het totale stikstofaanbod groter worden. Ten derde kan de fosfaatbemesting zelf aangepast worden (zie hieronder). In de grondteelt is er nog een vierde mogelijkheid. Door de bodem te verrijken met mycorrhizza's vergroot je het wortelstelsel aanzienlijk wat veel problemen met de fosfaatvoeding oplost.

In de substraatteelt is het gebruik van mycorrhizza's geen optie. Mycorrhizza's gedijen niet op substraat. Aanpassing van de fosfaatbemesting is dan wel een mogelijkheid. Het element kan als polyfosfaat aangeboden worden, dat is opgebouwd uit een keten van fosfaatmoleculen. Deze P-verbindingen slaan minder snel neer, maar zijn ook niet opneembaar voor de plant. Ze moeten dan ook eerst afgebroken worden tot 'gewone' fosfaten wil de plant ze op kunnen nemen. Maar dat moet natuurlijk niet te snel gebeuren. Voor driekwart gebeurt dan ook pas in de nabijheid van de wortel. De wortel creëert een milieu waarin de polyfosfaten uit elkaar vallen tot fosfaten.

Beeldsuggestie: Foto meststof polyfosfaten

Kalium, de grote regelneef – basis

Kalium vervult twee hoofdrollen in de plant. De eerste is die van activator van allerlei reacties waarbij enzymen een rol spelen. Ten tweede zorgt kalium ervoor dat de cellen onder voldoende spanning blijven staan.

Kalium is in feite de grote regelneef binnen de plant. Zijn aanwezigheid zorgt ervoor dat een groot aantal enzymprocessen goed verlopen. Fotosynthese, de vorming van eiwitten en suikers en het transport daarvan, opslag van energie. Bijna alles wat de plant tot plant maakt. De tweede hoofdrol speelt kalium als zogenaamd osmoticum; dat is een element dat ervoor zorgt dat de cel onder voldoende spanning blijft staan. Dat is cruciaal bij de huidmondjes.

Maar ook in andere cellen fungeert kalium als osmoticum. Bovendien is het belangrijk voor het transport van zowel suikers als mineralen. Die moeten in het floeem ingeladen worden, en daarvoor zorgt kalium.

Uit deze opsomming mag duidelijk zijn hoe belangrijk kalium is. Omdat het bij zoveel processen een rol speelt, wordt het wel eens het kwaliteitselement genoemd.

Aantrekkelijkheid van het product, smaak, voedingswaarde, houdbaarheid, schapleven, transporteerbaarheid. Op al deze aspecten heeft een goede kaliumvoorziening effect. Ook winterhardheid en resistentie tegen ziekten en plagen verbeteren bij een goede kaliumvoorziening.

In de glastuinbouw zijn er vrijwel nooit problemen met kalium. Het element is zeer mobiel in de plant. Als er een tekort dreigt, zorgt de plant er zelf voor dat de plekken waar het het hardst nodig is, voorzien worden. Een gebrek is te zien aan afgestorven randen bij de oudere bladeren. Daar is het kalium dan weggehaald, waardoor de vochtthuishouding niet goed functioneert.

Beeldsuggestie: Foto kaliumgebrek. Boek Plantkunde onder Glas blz 90

Concurrentie tussen kalium en calcium - verdieping

Kalium en calcium zijn concurrenten bij de opname door de plant. Bij een overmaat aan kalium kan dus calciumgebrek ontstaan. Dat kan leiden tot neusrot in paprika en tomaat, rand in bladgewassen, en bladpuntverbranding in sommige siergewassen. Doordat deze symptomen typisch zijn voor calciumgebrek kan de teler op het verkeerde been gezet worden. Het probleem kan liggen in een teveel aan kalium. Daaruit volgt dat een goede kaliumvoorziening van cruciaal belang is, maar dat overdaad schaadt.

Beeldsuggestie: Foto neusrot bij tomaat of rand bij bladgewas

De rol van kalium als co-factor - verdieping

Kalium maakt veel enzymprocessen mogelijk door zijn rol als zogenaamde co-factor. Dat kan bijvoorbeeld als volgt gaan: De meeste reacties vinden plaats met behulp van enzymen. Dat zijn lange gecompliceerde moleculen. Ze moeten op een bepaalde manier opgevouwen worden, willen ze hun werk goed doen. Alleen in die opgevouwen toestand kunnen er andere moleculen aan vast binden. Kalium zorgt voor de juiste manier van opvouwen. Het element bindt tijdelijk aan het enzym en daardoor komt het in de juiste stand te staan. De reactie vindt dan plaats – bijvoorbeeld de vorming van een eiwit – en vervolgens laat kalium weer los. Daarna kan het weer elders ingezet worden. Het wordt in feite steeds hergebruikt.

Beeldsuggestie: figuur kalium als cofactor (figuur bijgevoegd).

Bijschrift: (bijschrift figuur)

Kalium zorgt ervoor dat enzymen (blauw) op een bepaalde manier gevouwen worden. Alleen in die gevouwen toestand kunnen twee stoffen (met rood en groen aangegeven) hechten aan het enzym + kalium. In die toestand kunnen ze dan een verbinding aangaan. Zonder kalium als co-factor kan het enzym zijn werk niet doen. Na afloop van de reactie laten enzym en kalium weer van elkaar los en zijn de twee stoffen een nieuwe verbinding geworden (bijvoorbeeld een suiker- of eiwitverbinding).

Kalium goed voor tomatenvrucht - verdieping

Als de tomatenplant generatief wordt, heeft hij meer kalium nodig. Dat is niet alleen noodzakelijk voor een goede vruchtproductie, maar ook voor een goede kwaliteit. Een goede kaliumvoorziening zorgt voor meer suikers, zuren, caroteen en lycopen in de vrucht. Ook de houdbaarheid verbetert.

In de kas vergt een hectare gewas zo'n 600-1000 kilo kalium in de vorm van K_2O . Daarbij is ook de verhouding met de stikstofbemesting belangrijk. In het begin van het seizoen ligt die op zo'n 1:3, bij de vruchtvorming is 1:1 nodig.

Kaliumgebrek in tomaat geeft bonte vruchten. Goudspikkels duiden op een te lage kalium/calciumverhouding.

Beeldsuggestie:Foto tomaat met goudspikkels

Zonder magnesium geen groene plant – basis

Magnesium zit in het centrum van een bladgroenmolecuul. Zonder magnesium functioneert het bladgroen niet. Daarom is het logisch dat magnesiumgebrek te zien is aan geelverkleuring van het blad tussen de nerven. Er wordt dan gewoon niet genoeg bladgroen gevormd. Toch is het bladgroen niet het eerste waar de plant op bezuinigt bij een tekort aan magnesium.

Integendeel, bij een gebrek stuurt ze juist zoveel mogelijk naar het bladgroen. De fotosynthese wordt dus bevoordeeld ten koste van andere processen als een gebrek dreigt. Dan verhuist de plant bovendien het magnesium uit de oudere bladeren richting de nieuw gevormde. Dat is de reden dat juist de oudere plantendelen geel verkleuren.

Magnesium zit verder ingebouwd in celwanden. Maar het grootste deel van dit element is opgelost in het celvocht. Het speelt zo een rol bij veel enzymreacties, vergelijkbaar met kalium.

Een greep uit de processen waarbij magnesium een rol speelt:

- het aflezen van de genen om eiwitten te maken;
- de vorming van de celorganen die de betreffende eiwitten fabriceren (= ribosomen)
- vervolprocessen na de fotosynthese
- de vorming van ATP, essentieel voor de energievoorziening van de plant;

Verder speelt magnesium een rol bij tal van gespecialiseerde processen zoals de regulering van de zuurgraad in bladgroenkorrels.

Vanwege de grote hoeveelheid magnesium in het celvocht functioneert het element ook als osmoticum, net als kalium. Een osmoticum zorgt ervoor – via het proces van osmose – dat de cellen voldoende onder spanning staan.

Gebrek en overmaat aan magnesium - verdieping

Bedrijfslaboratorium Blgg ziet nog regelmatig magnesiumgebrek in de glastuinbouw. Dat komt door het wat 'moeilijke karakter' van het element. Het is wel mobiel in de plant, maar toch niet zo goed als bijvoorbeeld stikstof. Ook moet het bij de opname door de wortels concurreren met andere elementen.

Blgg ziet met name in siergewassen problemen. Bij potplanten en containerteelt komt een onbalans tussen kalium, calcium en magnesium wel eens voor.

Ook doseren sommige tuinders te laag. Dat komt regelmatig voor bij nieuwe gewassen, waarmee nog weinig teeltveraring is. Geelverkleuring kan de sierwaarde – en daarmee de economische waarde – van potplanten sterk aantasten.

Een gebrek heeft behalve geelverkleuring tussen de nerven van de oudste bladeren nog een ander gevolg. De gevormde suikers bij de fotosynthese worden onvoldoende afgevoerd naar opslagplaatsen. Dit bevordert de vorming van vrije radicalen in het blad; dat zijn zeer reactieve verbindingen die cel en genen kunnen beschadigen. Ook de wortelgroei lijdt onder een gebrek. Er zijn dus veel redenen om de magnesiumvoorziening van het gewas goed in de gaten te houden.

Een overmaat aan magnesium kan zich voordoen bij droogte. Dit zal op substraat vrijwel nooit voorkomen, maar bij potplanten wel. Door droogtestress kan het magnesiumgehalte

boven een kritische grens stijgen, waardoor de fotosynthese juist afneemt, ondanks dat magnesium cruciaal is in het bladgroen. Dat heeft verschillende oorzaken. Het transport van kalium, ook essentieel bij de fotosynthese, naar het bladgroen wordt geremd. Verder wordt ook het transport van magnesium zelf in de cel verstoord.

Beeldsuggestie: Foto magnesiumgebrek. Boek Plantkunde onder Glas blz. 96-97

Zware metalen verdringen magnesium in bladgroen - verdieping

Zware metalen in kasgrond of potgrond hebben een funeste invloed heeft op het functioneren van de plant. Dat komt omdat ze letterlijk de plaats van het magnesium in het bladgroen innemen. Zo'n chlorofyl-molecuul met een zwaar metaal in plaats van magnesium werkt niet meer. De fotosynthese stopt dus. Dit is een belangrijke oorzaak van schade door zware metalen, zoals cadmium, zink of lood. Verzinkte kasdelen kunnen op deze manier tot problemen in het gewas leiden als het zink in de grond terecht komt.

Beeldsuggestie: Foto verzinkte kasdelen??

De rol van zwavel - basis

De plant gebruikt zwavel in aminozuren; dat zijn de bouwstoffen van tal van eiwitten. Zeventig procent van de aanwezige zwavel in een plant wordt dan ook gevonden in eiwitten. Maar ook veel enzymen en vitamine A zijn incompleet zonder dit element. Verder komt het voor in de membranen van bijvoorbeeld bladgroenkorrels.

Eiwitten, enzymen, lipiden zijn van essentieel belang voor de plant. Haar functioneren is ervan afhankelijk. Daarom gebruiken planten zwavel het eerst voor deze stoffen.

Maar als er over is – en dat is bij normale niveaus in de grond en voedingsoplossing al het geval – gebruikt de plant zwavel ook voor andere doeleinden. Planten bouwen het element in zogeheten secundaire metabolieten in. In kool- en uiensoorten zijn de gehalten daarvan vrij hoog. Uien, knoflook en mosterd danken hun specifieke smaak aan zulke verbindingen. Dat geldt ook voor koolsoorten. Bij onder andere bloemkool en broccoli is bovendien het vermoeden dat deze stoffen mensen kunnen beschermen tegen bepaalde vormen van kanker. Ook versterken de secundaire metabolieten de weerbaarheid van de plant, tegen bijvoorbeeld schimmels.

Beeldsuggestie: Foto ui, knoflook, kool o.i.d. met bijschrift dat de specifieke smaak aan zwavel te danken is.

Zwavel versterkt weerbaarheid – basis

Als er voldoende zwavel voorhanden is, maakt de plant secundaire metabolieten aan. Die spelen een belangrijke rol in de weerbaarheid. Dat is pas recent bekend en het inzicht moet nog groeien. De bescherming door deze stoffen varieert van ontgiftiging tot weerbaarheid tegen schimmels. Het feit dat sommige planten redelijk goed tegen herbiciden (onkruidbestrijders) kunnen, is te danken aan ontgiftiging waarbij zo'n stof een grote rol speelt.

Maar ook de weerbaarheid tegen schimmelziekten verbetert bij een goede zwavelbemesting. Dat zwavel goed werkt tegen schimmels is al bekend. Denk bijvoorbeeld aan het verdampen van zwavel tegen meeldauw bij roos, tomaat, paprika.

Maar pas vrij recent groeit het inzicht dat zwavel niet alleen tegen schimmelziekten werkt bij externe toediening. Ook de zwavel, die de plant opneemt via de wortels, speelt een rol bij de ziekteresistentie.

In het verleden hebben onderzoekers geprobeerd te komen tot sulfur induced resistance; dat is betere resistentie tegen schimmelziekten, veroorzaakt via de zwavelbemesting. Dat is toen niet gelukt, maar er is opnieuw reden om dat serieus te bekijken. Het aantal bestrijdingsmiddelen neemt af en de maatschappij let kritisch op het gebruik. Uit het verleden

is wel bekend dat gerichte bemesting het gehalte aan bepaalde secundaire metabolieten kan verhogen. Het voordeel van zo'n interne resistentie zou zijn dat die niet gemakkelijk door schimmels doorbroken kan worden.

Beeldsuggestie: foto zwavelpotjes in de kas

Enige stress is niet verkeerd - basis

Als de plant lichte stress ondervindt, maakt hij secundaire metabolieten aan. Daarvoor gebruikt hij zwavel. De plant wordt daardoor sterker en weerbaarder tegen schimmels. Een lichte waterstress, een net niet optimale temperatuur of EC. Die voorkomen dat de plant te hard wordt verwend, en dat het spreekwoordelijke kasplantje ontstaat, dat nergens tegen kan. En nu weten we waarom dat kasplantje zo vatbaar voor schimmels is, namelijk door te weinig secundaire zwavelmetabolieten.

Het kost de plant nogal wat om deze stoffen aan te maken en dat gaat ten koste van de productie. Maar er resulteert wel een sterkere plant die minder vatbaar is voor schimmels, wat weer een positief opbrengsteffect kan hebben.

Het gaat overigens niet om zware stress. De plant gebruikt de secundaire metabolieten ook als parkeerplaats voor overbodige zwavel. Dus een ruim zwavelaanbod heeft ook effect, maar ook dan kost het toch wel iets aan productie.

Beeldsuggestie: Foto schimmelaantasting??

De rol van calcium - basis

Calcium is het cement in de celwanden. Een gebrek geeft dan ook een losser plantenweefsel, dat uit elkaar dreigt te vallen. Verder is het mineraal belangrijk voor de membranen van de cel. Dat is een barrière waardoor de cel actief stoffen kan opnemen. Bij te weinig calcium raakt het membraan lek en kan van alles zomaar de cel binnenkomen.

In het celvocht zelf zit maar heel weinig calcium. Het mineraal fungeert daar als boodschapper. Een kleine verandering in de concentratie stuurt allerlei processen aan. Dat is dus net zoals een plantenhormoon werkt. Die processen kunnen tot afbraak van de cel leiden. Dat is in principe een nuttige reactie van de plant op bijvoorbeeld een schimmel of bacterie die binnendringt. Als de geïnfecteerde cel afsterft, kan de schimmel of bacterie niet verder doordringen.

Beeldsuggestie: Foto bladverbranding bij siergewas, Bijv. boek Plantkunde onder Glas blz 93

Calcium lastige klant – basis

Calcium is met afstand het lastigste element in de plant. Zelfs zeer ervaren tuinders krijgen wel eens problemen die veroorzaakt worden door een tekort aan calcium. Een typische situatie is de volgende: In de paprikakas is net een zetsel rijpe vruchten geoogst en het weer slaat om. Stralend blauwe lucht, lekker temperatuurtje. Ideaal groeiweer. Toch is dit de situatie waarin neusrot bijna onverbiddeijk toeslaat. De bladeren verdampen veel en trekken de hele waterstroom uit de houtvaten naar zich toe. De jonge vruchten krijgen nog wel genoeg water, maar niet uit de houtvaten. Daarmee blijven ze verstoken van calcium en ontstaat neusrot. De tuinder moet in deze situatie alle zeilen bijzetten als hij dat wil voorkomen.

De plant heeft normaal twee manieren om mineralen binnen te krijgen via de wortels. Passief met het opgenomen water mee en actief via een pompmechanisme. Calcium wordt vrijwel alleen passief opgenomen. Dat heeft als consequentie dat droogvallen van de watervoorziening als de plant flink verdampt, heel snel tot calciumproblemen kan leiden.

Na de opname gaat het mineraal mee omhoog met de waterstroom. Die gaat voornamelijk naar de verdampende delen, die dus goed voorzien worden van calcium. Delen die heel weinig verdampen, zoals vruchten, jonge blaadjes, bladpunten en bladeren in de krop, worden

vanuit deze waterstroom minder goed voorzien. Als de plant nu sterk verdampt, gaat de waterstroom bijna exclusief naar de verdampende delen. Daarmee kan een tekort aan calcium in de andere delen ontstaan. Bij veel gewassen kan dat problemen geven. Bruine droge plekken in tomaten of paprika's (neusrot); rand bij sla of Chinese kool, verdroogde randen van jong blad en bloemblad bij poinsettia; misvormd schutblad bij anthurium.

Beeldsuggestie: illustratie Yara calciumtransport in de plant. Boek Plantkunde onder Glas blz 92

Oplossingen bij calciumproblemen – basis

Iets wat er op het eerste gezicht uitziet als een ziekte of een gebrek, hoeft dat nog niet te zijn. De verzamelnaam voor zulke symptomen is fysiogene afwijkingen: ze ontstaan doordat er iets in de fysiologie van de plant misgaat. De gezamenlijke noemer is dat de plant uit balans is. Opvallend veel van zulke afwijkingen zijn een gevolg van een slechte calciumverdeling in de plant.

De problemen ontstaan door het bijzondere karakter van calcium. Dit element gaat vrijwel alleen met de waterstroom mee. En die gaat vooral naar sterk verdampende delen. Dat betekent dat weinig verdampende delen snel een calciumprobleem kunnen krijgen. Het gaat dan om vruchten, heel jong blad, bladpunten en bepaalde bloemstructuren.

De oplossing zit in een combinatie van maatregelen:

- Een goede watervoorziening met voldoende calcium.
- Een juiste verhouding tussen kalium, magnesium en calcium in de voedingsoplossing. Deze mineralen concurreren met elkaar bij de opname.
- Schermen bij hoge instraling om sterke verdamping te remmen.
- Een goede balans in de plant handhaven. Bij vruchtgroenten nemen de problemen toe als er weinig vruchten aan de plant zitten.
- Een hogere worteltemperatuur 's nachts stimuleert de waterstroom, terwijl er dan weinig verdamping is. Dus dan krijgen de niet-verdampende delen meer water met calcium.
- Afremmen van de verdamping 's nachts door de luchttemperatuur te laten zakken.

Let wel: dit is geen teeltrecept. Wat de teler precies moet doen hangt af van het gewas, het stadium waarin dat verkeert en de omstandigheden. Ook de veredelaars leveren een bijdrage. Ze kunnen rassen ontwikkelen die minder calciumproblemen geven.

Beeldsuggestie: foto van neusrot of bladverbranding bij siergewassen (bijv. kerstster) Boek Plantkunde onder Glas blz 94-95