

Beheersing van neusrot voor ongestookte teelt tomaat & paprika in Nederland

Aad van der Burg

Beheersing van neusrot voor ongestookte teelt tomaat & paprika in Nederland



Aad van der Burg
Heerhugowaard
Mei 2016

Voorwoord

Dit rapport heb ik geschreven voor mijn afstudeeropdracht aan het CAH Vilentum Dronten waar ik als deeltijd student de TA opleiding volg.

Ik heb neusrot in ongestookte teelt in Nederland gekozen omdat dit een probleem is wat op dit moment bij Bakker Brothers Seeds (BBS) actueel is. Ik zelf ben werkzaam bij BBS als groepsleider en als zodanig ook verantwoordelijk voor de teelten tomaat en paprika.

Dit rapport is interessant voor iedereen die meer wil weten over het ontstaan van neusrot en de beperkingen die er zijn betreffende ongestookt telen in Nederland. Dit geldt zowel voor hen die werkzaam zijn in de teelt tomaat en paprika als voor de teeltspecialist. Er worden tools aangereikt om de neusrot vorming in de teelt van tomaat en paprika te beperken.

Voor het samenstellen van dit rapport wil ik iedereen bedanken die mij heeft geholpen en feedback heeft gegeven waardoor dit rapport mede tot stand is gekomen. Vooral wil ik Barend Gehner bedanken voor zijn inbreng op de inhoud en vormgeving, Richard Kooijman voor de feedback en aanvullende informatie en als laatste Jan Boersma om zijn kennis t.a.v. neusrot vorming in tomaat met de daar bij behorende teelttechnische handelingen met mij wilde delen.

Heerhugowaard, mei 2016

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
2	Neusrot: wat gaat er mis?	9
2.1	Symptomen van neusrot	9
2.2	De rol van calcium in de vrucht	10
2.3	Factoren die effect hebben op de opname van voedingselementen	13
2.4	Transport van calcium naar de niet-verdampende delen van de plant	14
2.5	Effect van cultivars	15
2.6	Opname van calcium	15
3	Calcium gerelateerde problemen in andere gewassen.....	16
4	Het effect van voedingsoplossing en substraat	18
4.1	De rol van stikstof.....	18
4.1	Concurrentie tussen kationen	20
4.2	Verschillende factoren die de opname van mineralen bepalen	22
5	Effect van substraat en watergeefstrategie	24
5.1	Effect watergeefstrategie op opname voedingsionen	24
5.2	Het effect van watergeefstrategie op wortelvorming	25
6	De rol van klimaatfactoren(kasklimaat)	26
6.1	De rol van RV op de opname van calcium.....	26
6.2	Verdeling van calcium in de plant	27
6.3	Rol van worteltemperatuur.....	30
6.4	Omstandigheden die neusrot veroorzaken.....	31
7	Algemene maatregelen ter voorkoming van neusrot	32
7.1	Maatregelen om neusrot te voorkomen.....	33
7.2	Bladbespuiting.....	34
8	Inrichting van het bedrijf/ uitgangspositie	36
8.1	Huidig klimaat gerealiseerd.....	36
8.2	De huidige waterkwaliteit	38
8.3	Factoren waarmee nu al gespeeld kan worden bij BBS	40
9	Praktijkervaringen	41
10	Discussie	44
11	Conclusies en aanbevelingen	46
12	Bibliografie.....	48

Samenvatting

Dit verslag gaat over neusrot in de teelt van tomaat en paprika voor de ongestookte teelt in Nederland. Neusrot is een onderwerp waar 10 tot 20 jaar geleden veel onderzoek naar is gedaan. Wanneer de celwand niet stevig genoeg is wordt deze beschadigd door onder- en overdruk onder invloed van worteldruk of dampspanning en ontstaat er neusrot. De aanwezigheid van voldoende calcium is belangrijk voor stevigheid van de celwand. Cultivar eigenschappen zijn ook een factor die de stevigheid van de celwand bepalen. Een bepaald type tomaat, de zo genaamde pruimtomaat, is door de vruchtvorm gevoelig voor neusrot.

Het effect van de verhoudingen tussen voedingselementen en de opneembaarheid van calcium wordt omschreven. Daarnaast is het de invloed van de klimaatfactoren die een grote rol spelen tijdens de opname van het element calcium. Calcium is namelijk een voedingselement dat alleen door de jonge plantenwortels in de verdampingsstroom wordt opgenomen in de plant. Calcium wordt gelijk vastgelegd in die plantendelen waar het naar wordt getransporteerd. Van dit element vindt later geen herverdeling meer plaats in de plant.

Een hogere elektrische geleiding (EC) in de voedingsbodem geeft ook meer neusrot. Het gaat dan over de gemiddelde EC van de voedingsbodem en niet totale EC van een zone. Hierdoor heeft een verschil in zones, door het watergeven met de druppelaar, geen effect op de groei en productie. Het is dan ook aannemelijk dat neusrotvorming niet wordt beïnvloed door verschillende EC niveaus in het voedingsmedium.

Er worden klimaatomstandigheden omschreven bij een ongestookte teelt in Nederland op substraat. Voor deze teelt, die alleen voor veredelingsdoeleinden wordt gebruikt, ontstaat in de eerste vruchtzetting veel neusrot. Dit komt omdat neusrot een gevolg is van sterke klimaatwisselingen in combinatie met een zwakke celwand. Omdat calcium een voedingselement is dat zorgt voor een sterke celwand, is het van belang dat er ook voldoende calcium in de vrucht wordt opgenomen.

Door een goede plantbalans te realiseren (verhouding blad en vruchten) zal er ook minder neusrot ontstaan. Immers, bij een verhouding van veel blad t.o.v. vruchten zal er eerder onder- en overdruk ontstaan. Dit komt doordat meer blad bij watertekort ook meer vocht aan de vruchten onttrekt en de cellen imploderen. Daarnaast zal er bij meer blad meer worteldruk ontstaan waardoor cellen zullen barsten.

De opname van de kationen wordt mede bepaald doordat ze elkaar onderling beïnvloeden. Het is daarom belangrijk dat ze in de juiste verhouding in de voedingsbodem aanwezig zijn. De verhouding K^+/Ca^{2+} moet goed zijn om te zorgen dat er voldoende calcium kan worden opgenomen door de plant. Om te zorgen dat de planten rustiger groeien, kan het stikstof voor een gedeelte in de voedingsoplossing worden vervangen door chloor. In een vroeg stadium van de teelt is het belangrijk om generatieve groei te bevorderen. Hierbij moet men zorgen voor een goede sink-source balans. Een hoge temperatuur, en dus groeisnelheid, moet in dit stadium worden vermeden zodat er genoeg tijd is om voldoende calcium op te nemen.

Door het aanleggen van een stook installatie bij Bakker Brother Seeds kan er beter gestuurd worden naar een evenwichtige groei. In periodes met een lage VPD (vapour pressure deficit) kan er dan nog voldoende verdamping worden gerealiseerd door middel van een minimum buis. Bij voldoende verdamping is er een goede calciumopname. Tevens zal de worteltemperatuur bij de start van de teelt op het goede niveau blijven.

Summary

This paper describes blossom and rot in the cultivation of tomatoes and sweet peppers for unheated cultivation in the Netherlands. Blossom and rot is a subject that has been researched thoroughly ten to twenty years ago. When a cell wall is not firm enough it can be damaged by over and underpressure due to root or vapour pressure and this develops blossom and rot. The presence of enough calcium is important for the firmness of the cell wall. Cultivar characteristics are another factor that determine the firmness of the cell wall. A certain type of tomato, the so-called prune tomatoes, are sensitive to blossom and rot because of their fruit shape.

The relationship between nutrients and the absorbability of calcium is described. In addition, the climate factor is of big influence during the absorption of the element of calcium. Calcium is actually a nutrient that is only absorbed by young plant roots in the evaporation flow. It is captured in the part of the plant to which it is being transported and this element is not rearranged later on.

A higher electrical conductivity (EC) in the soil creates a larger amount of blossom and rot. The soil level of EC is calculated by the average amount of EC in the area and not by total of a small zone. This causes that a difference in zones, due to watering by drips, has no effect on the growth and production. Therefore it is likely that the development of blossom and rot is not influenced by differences the EC level in the soil.

Climate circumstances are described by unheated cultivation in the Netherlands on substrate. In this type of cultivation, which is only meant for breeding purposes, a lot of blossom and rot occurs in the first fruit setting. This is due to the fact that blossom and rot is a result of strong climate changes in combination with a weak cell wall. Because calcium is a nutrient that creates the firm cell wall, it is important that a sufficient amount of calcium is absorbed in the fruit.

By realising a proper plant balance, the relation between the fruit and the leaves, less blossom and rot will occur. A ratio with more leaves in relation to the fruits is more likely to create an under and overpressure. Because during a surplus of leaves, together with a shortage of water moisture is removed from the fruits, which has the effect that the cells will implode. On the other hand, more leaves create more rootpressure, which has the effect that cells can burst.

The absorption of the cations is partly determined by the influence of the cations on each other. Therefore it is important that a right relation of cations is present in the soil. The relation K^+/Ca^{2+} needs to be right in order to create a sufficient amount of calcium which can be absorbed by the plant. To make sure a plant is able to grow gradually nitrogen can partially be replaced in the nutrient solution by chlorine. In an early stadium in the cultivation it is important to promote a generative growth by creating a proper sink-source balance. A high temperature, and therefore a high growth speed, needs to be avoided in this stadium. This is to create enough time to absorb a sufficient amount of calcium.

By building a heating installation at Bakker Brother Seeds, it became easier to control processes in order to create a balanced growth. In the period with a low vapour pressure deficit it is still possible to realise a sufficient amount of evaporation by using a minimum tube. With a sufficient amount of evaporation there is a proper calcium absorption. At the same time temperature of the roots, will be on the right level from the start of the cultivation.

1 Inleiding

In dit verslag wordt het onderwerp neusrotvorming in tomaten en paprika in ongestookte teelt behandeld. Het onderzoek zal zich richten op de rol van de omgevingsfactoren t.a.v. neusrotvorming. Onder omgevingsfactoren vallen alle invloeden van buitenaf en dan los van de raseigenschappen. Te denken valt aan klimaatfactoren, waterhuishouding en mineralen. Informatie van onderzoeken, teeltvoorlichters en uit de praktijk moet meer inzicht geven in de mogelijkheden om met de huidige installatie de vorming van neusrot te verminderen.

Dit onderwerp heeft betrekking op de teelt bij Bakker Brothers Seeds (BBS) in Heerhugowaard. Hier worden sinds 4 jaar de gewassen tomaat, paprika, peper en aubergine in een ongestookte kas op substraat geteeld. Bij al deze vruchtgewassen is neusrotvorming in meer of minder mate een probleem. Deze gewassen worden geteeld voor de veredeling waarbij het vooral gaat om het selecteren op vruchtvorm en plantgroei. De vruchten worden alleen geoogst voor de zaden om de volgende generatie te kunnen telen en selecteren. De gewassen worden tot de F8 geteeld om zuivere ouderlijnen te krijgen. Vervolgens worden met deze ouderlijnen nieuwe F1 hybriden gemaakt die uitgetest worden op locaties in Jordanië en Zuid-Afrika.

De gewassen worden niet geteeld als productiegewas en daarom is ervoor gekozen om de teeltruimte in te richten zonder verwarming. Het teeltseizoen is van eind mei tot eind oktober. Dit is de periode in Nederland waarbij er van nature voldoende licht en warmte is voor de groei en ontwikkeling van de planten. Al deze rassen worden geselecteerd voor de buitenteeltgebieden Midden-Oosten, Zuid-Europa en Afrikaanse landen.

Neusrot ontstaat doordat in de kop van de vrucht de cellen barsten (figuur 1). Dit is een gevolg van een combinatie van factoren. De celwanden van de cellen in de vrucht zijn zwak. Dit kan of een cultivar eigenschap zijn of een gebrek aan het voedingselement Ca^{2+} . Deze zwakke cellen kunnen onder invloed van te hoge of te lage RV barsten. De vrucht is dan niet meer geschikt voor consumptie en moet als verloren beschouwd worden. (Kok, 2008)



Figuur 1 neusrot bij tomaten paprika (CindyB, 2015)

Het is van belang om te onderzoeken welke factoren hierin een rol spelen. Het gaat er bij BBS niet om een hoge kilogram opbrengst te halen, maar dat de vruchten wel goed zaad vormen om kruisingen te doen slagen en door te telen naar de volgende generatie.

Het probleem van de neusrotvorming in relatie tot de omgevingsfactoren is te verdelen in twee groepen. De ene groep zijn de factoren mineralen en watergift die naar de omstandigheden als optimaal kunnen worden geregeld. De andere groep is het klimaat hier kan de relatieve luchtvochtigheid en temperatuur enigszins beïnvloeden worden door het inzetten van dakberegening (de Zwart et al., 2004). Om de grote temperatuurschommelingen tegen te gaan wordt er jaarlijks gekozen om d.m.v. krijgt de extreme zoninvloeden af te vlakken. Bij BBS is geen verwarming aanwezig dus de temperatuur is alleen regelbaar door het sturen op ventilatietemperatuur. De gewasontwikkeling kan dan ook niet door een stookstrategie gestuurd worden.

Hoe het neusrot ontstaat en wat er in de hedendaagse gestookte glastuinbouw ter voorkoming aan maatregelen daartegen genomen zijn, is veel over bekend. Door met een stookinstallatie het juiste klimaat voor de groei te realiseren kunnen er veel problemen bij het ontstaan van neusrot worden voorkomen. Men kiest nu voor rassen die minder gevoelig zijn en als men toch een wat gevoelig ras kiest, omdat de markt erom vraagt, worden er diverse maatregelen genomen om neusrotvorming te voorkomen.

In hoofdstuk 2 wordt omschreven wat neusrot is en wat er misgaat waardoor er neusrot ontstaat. Calcium en borium worden gezien als een belangrijk element voor een stevige en elastische celwand. Calcium speelt een belangrijke rol in de celstevigheid (Ijdo et al. J. W., 2011) en daar het niet herplaatsbaar is en door de verdampingsstroom wordt meegevoerd naar de verdampende plantendelen, is het belangrijk dat de plant beschikt over een goede verdampingsstroom. Naast het effect van klimaatinvloeden spelen ook de cultivar eigenschappen een belangrijke rol in het ontstaan van neusrot (Kierkels et al., 2012)

Het effect van de voedingsoplossing en de onderlinge concurrentie van de kationen wordt in hoofdstuk 4 omschreven. stikstof is een voedingselement dat zorgt voor een vegetatieve groei en ontwikkeling van de plant. (Kierkels et al., 2012) Stikstof is in de schema's voor de voedingsoplossingen altijd een sluitpost, door hiervoor in de plaats chloor te gebruiken kan worden voorkomen dat de plant een overaanbod aan stikstof krijgt (Kierkels et al., 2012). Omdat de opneembaarheid van de kationen wordt bepaald door de onderlinge verhouding, is het belangrijk dat deze in een juiste verhouding aanwezig zijn in de voedingsoplossing (Chart, 2016).

Ook de watergeefstrategie heeft effect op de opname van voedingselementen. Door de manier van watergeven wordt de wortelvorming en opname van voedingselementen beïnvloed. In hoofdstuk 5 wordt hier aandacht aan besteed.

Het effect van de klimaatfactoren op de opname en verdeling van calcium in de plant wordt in hoofdstuk 6 besproken. Eén van de belangrijkste klimaatfactoren is de RV voor de plantverdamping en dus ook voor de opname van calcium. Door de verdamping wordt de calcium getransporteerd naar die plantendelen die verdampen waardoor de meer verdampende delen ook de grootste aanvoer van calcium krijgen.

Om neusrot in de teelt te voorkomen kunnen een aantal teelttechnische maatregelen genomen worden. Voor het bepalen van de watergeefstrategie en de klimaatinstellingen worden ook een aantal randvoorwaarden genoemd in hoofdstuk 7 waar men rekening mee moet houden.

In hoofdstuk 9 worden enkele praktijkvoorbeelden beschreven die belangrijk zijn voor het voorkomen van neusrot. Het belang van een goede sink- source balans t.a.v. neusrotvorming wordt hier onderkend door verschillende mensen uit het vak. Ook worden er handvaten aangereikt hoe hier sturing aan te geven.

2 Neusrot: wat gaat er mis?

Neusrotvorming is een probleem in gevoelige cultivars bij tomaten en paprika's dat wordt geassocieerd met calciumgebrek. Er wordt omschreven wat neusrot is, hoe de celwand wordt opgebouwd met de rol van calcium als bouwsteen.

2.1 Symptomen van neusrot

Als er sprake is van neusrot dan ziet men een ingezonken, leerachtige donkerbruine tot zwarte plek ontstaat aan de neus van de ontwikkelende vrucht. De rest van de vrucht rijpt normaal af waarbij het afgestorven weefsel indroogt (figuur 2).



Figuur 2 Neusrot tomaat (van Kleef, Bakker Brothers Seeds bv, 2015)

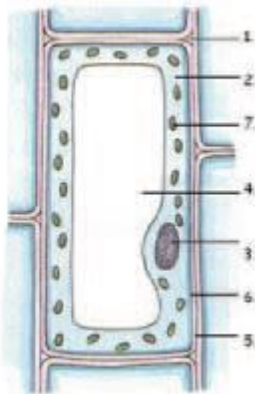


Figuur 3 Neusrot Paprika (van Kleef, Bakker Brothers Seeds bv, 2015)

De zwarte vlek op de onderkant van de vrucht blijft droog en zinkt volledig in (figuur 3). Bij hoger RV kan dit door Botrytis verder worden aangetast (Heuvelink et al. K. , 2010). Het is niet vanzelfsprekend dat alle vruchten dit krijgen, als het voorkomt dan begint het bij de eerst gevormde vruchten. Neusrot ontstaat door de vorming van een zwakke cel in de kop van de vrucht. (Kok, 2008)

2.2 De rol van calcium in de vrucht

De stevigheid van de plantcellen is van belang voor de plant om de biotische- en abiotische stress factoren te kunnen weerstaan. Biotische stress is de weerstand tegen bedreigingen van pathogenen zoals ziekten en plagen. Abiotische stress is de gevoeligheid tegen andere externe factoren. Te denken valt hier aan droogte, hoge instraling of temperatuurwisselingen. De celstevigheid is bepalend voor de weerstand tegen de eerder genoemde factoren. De turgordruk, het celmembraan en de celwand spelen een rol bij vorm en weerbaarheid van de plantencel. De turgor wordt op druk gehouden door wateropname van de plant. Het water wordt opgenomen als gevolg van de osmotische druk, het mechanisme van de plant waarbij de celwand volledig doorlaatbaar is en het celmembraan selectief voedingsionen doorlaat. De celwand moet stevig genoeg zijn om de turgorspanning te kunnen verdragen. (Ijdo et al. J. W., 2011) De werking is te vergelijken met het principe van de binnen- (membraan) en buitenband (celwand) van een fiets. De binnenband is elastisch en kan verder uitrekken. Dit wordt echter door de buitenband tegengehouden waardoor de band in model blijft. Als een van beide scheurt dan kan de lucht ontsnappen en is de band lek.



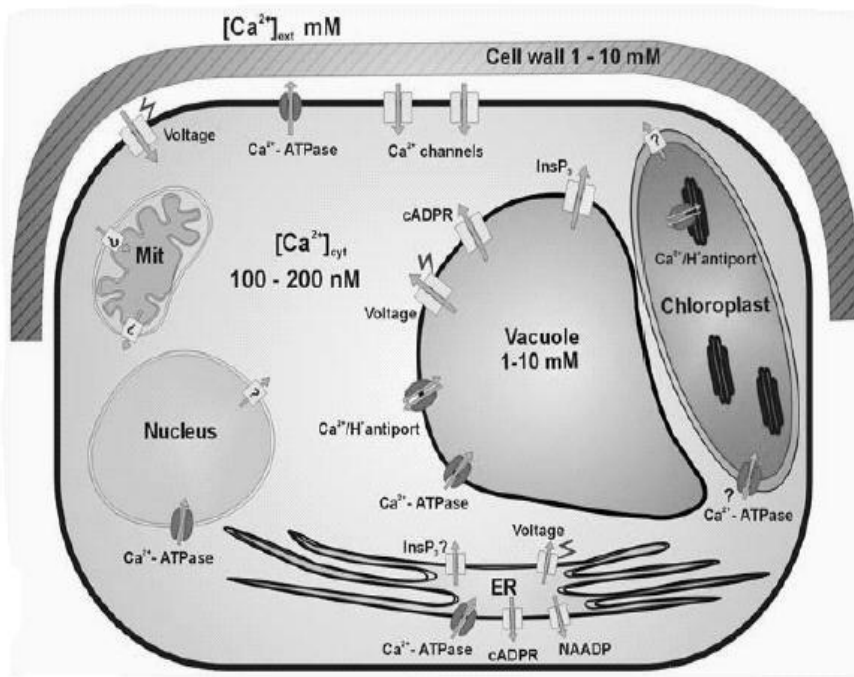
1. Extracellulaire ruimte
2. Cytoplasma
3. Celkern
4. Vacuole
5. Celwand
6. Celmembraan
7. Bladgroenkorrel

*Figuur 4 Schematische weergave van een plantencel
(Ijdo et al. J. Z., 2011)*

De celmembraan is een dunne wand die zorgt voor een scheiding tussen de cel en zijn omgeving (figuur 4). Dit zorgt ervoor dat de celinhoud is beschermd. De openingen in het membraan zorgen ervoor dat er een uitwisseling mogelijk is van suikers, eiwitten, voedingsstoffen en andere stoffen met de omgeving. (Ijdo et al. J. W., 2011)

Hoe deze uitwisseling precies plaatsvindt dat is nog niet bekend. Wat wel interessant is dat de functionaliteit wordt beïnvloed door het gehalte aan Ca^{2+} dat in de ruimte buiten de cellen zit. Dit Ca^{2+} wordt aangevoerd onder invloed van de verdampingsstroom en wordt getransporteerd door de houtvaten (Teyerman et al., 2002).

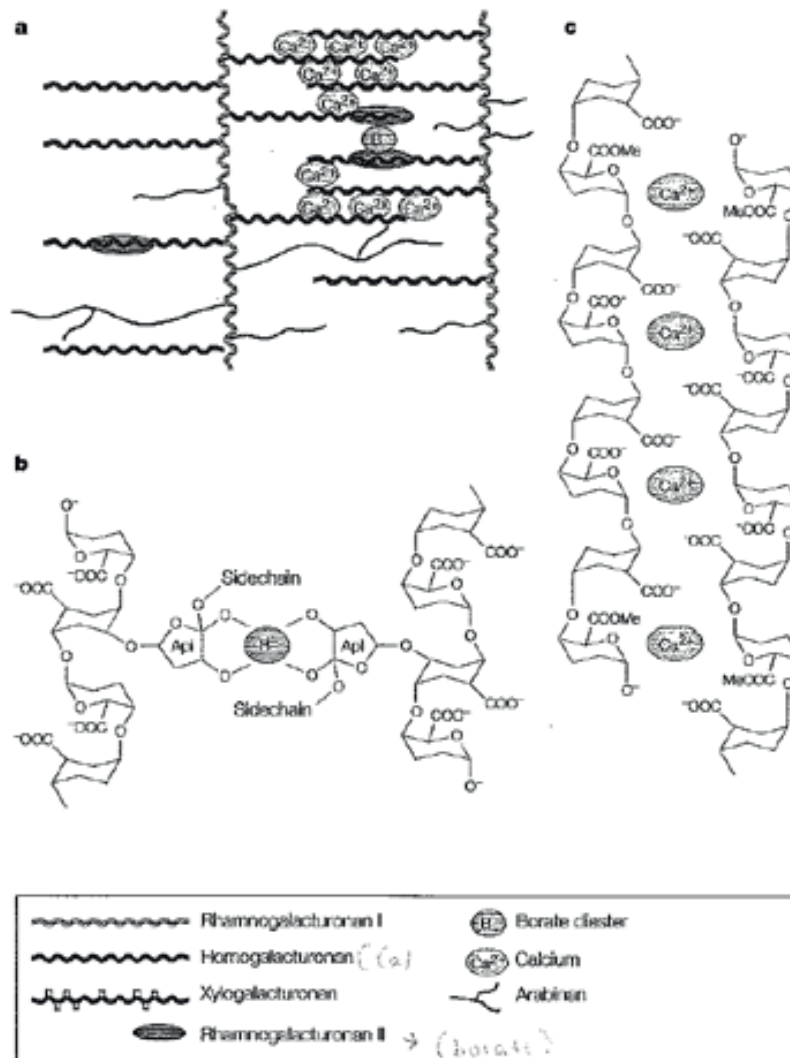
De celwand bestaat uit een netwerk van cellulose, hemicellulose, pectine en eiwitten. De celluloseweefsels vormen het skelet van de celwand dat ligt in een matrix van hemicellulose en pectine. (Cosgrove, 2005) De flexibiliteit en stevigheid van de cel kan onder invloed van de groei omstandigheden variëren. Calcium en borium vormt bruggen om pectine in de celwand met elkaar te verbinden. Het aantal bruggen dat gemaakt kan worden door calcium en borium bepaalt de rekbaarheid en stevigheid van de cellen (figuur 5). De aanwezigheid van Ca stimuleert ook de vorming van de bruggen die borium maakt tussen de pectineketens (Bastias et al., 2010).



Figuur 5 de stevigheid en rekbaarheid wordt voor een groot gedeelte bepaald door calcium. De concentratie calcium is in de vacuole en de celwand vele malen hoger dan in het protoplasma. Ook de rol van Ca^{2+} bij het passeren van de membranen wordt weergegeven (Voogt et al. I. M., 2013)

“De celwand is een bijzonder complex netwerk dat bestaat uit cellulose, hemicellulose (xyloglucan), pectine en eiwitten (Cosgrove, 2005). Dit netwerk is opgebouwd uit een veelvoud van grote/lange moleculen (polymeerketens). De kristallijne cellulosevezels vormen het skelet van de celwand dat ligt ingebed in een matrix van hemicellulose en pectine (Cosgrove, 2005). Hemicelluloses (o.a. xyloglucan en arabinoxylan) binden aan de cellulosevezels en vormen zo een veerkrachtig netwerk. Ongeveer 30% van de celwand bestaat uit een pectine netwerk dat een gehydrateerde gel vormt. De flexibiliteit en stevigheid van de gel kan variëren. Calcium vormt bruggen om pectine ketens in de celwand met elkaar te verbinden. Figuur 6. laat een schematische opbouw van pectine zien. Pectine bestaat uit complexe polymeren met als basisvormen rhamnogalacturan I en II (RGI en RGII), xylogalacturan (XG) en homogalacturan (HG). Pectine kan dus variëren in hoofd, zijketens en restgroepen, maar kan ook per cel of weefseltype verschillen. De opbouw van het pectinenetwerk is zeer complex, maar duidelijk is dat het aantal ‘crosslinks’ tussen de polymeren die door calcium en borium gevormd kunnen worden, de rekbaarheid en de stugheid van de celwand bepalen (Figuur 6). De structuur van pectine en dan met name het aantal negatieve bindingsplaatsen bepaald waar

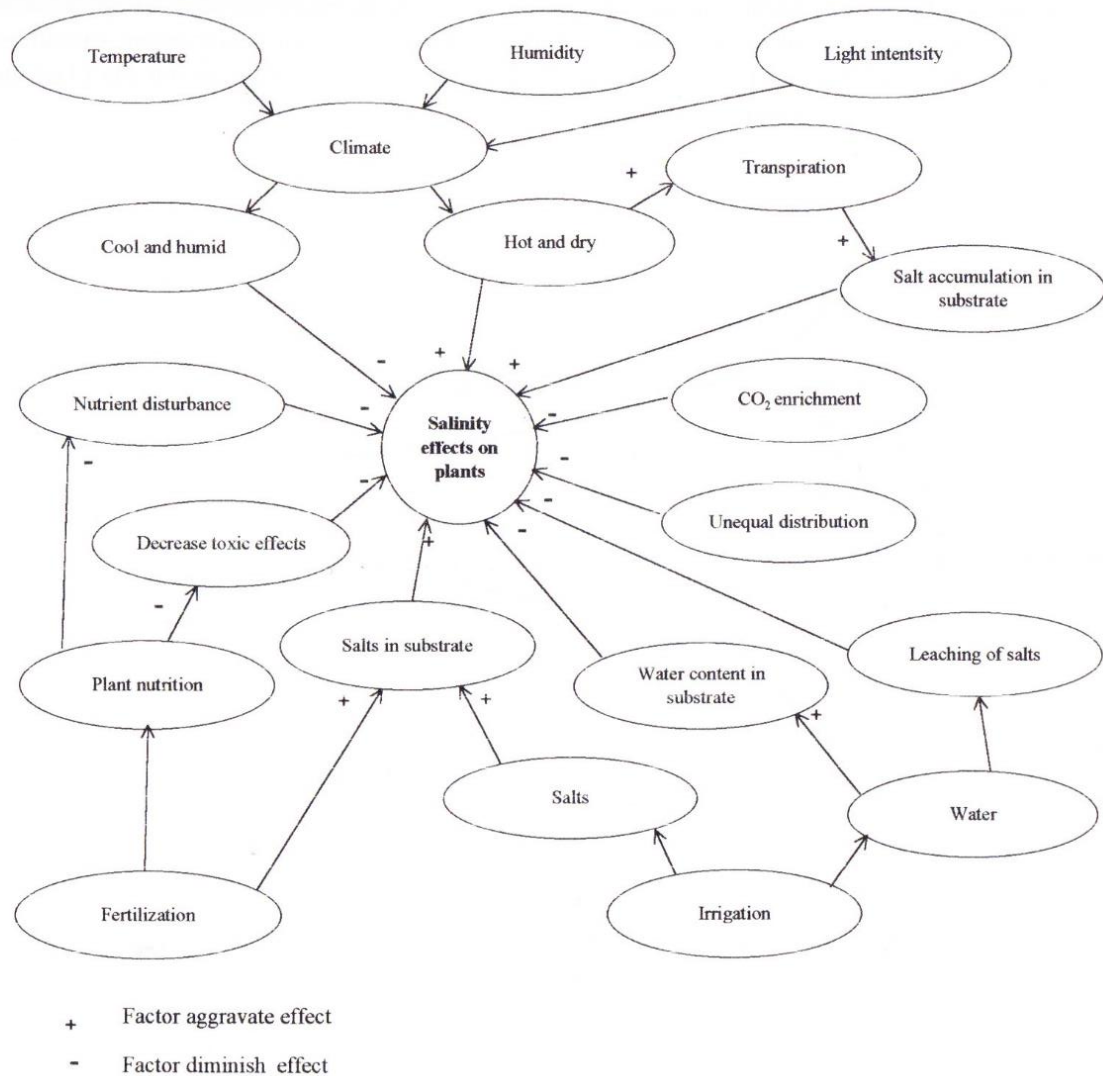
Calcium als tweewaardig positief geladen ion een brug is tussen ketens om een netwerk te vormen. De mate van (methyl) verestering (binding aan COO-) wordt om die reden ook wel gebruikt als een maat voor de stevigheid van de celwand. Borium kan andere pectine polymeren met elkaar verbinden, namelijk de RG II polymeren waarvan er minder in de celwand voorkomen in vergelijking met HG. De aanwezigheid van Ca stimuleert ook de vorming van bruggen die borium slaat tussen pectineketens (Bastias et al., 2010).” (Ijdo et al. J. Z., 2011)



Figuur 6 Calcium vormt bruggen om pectine ketens in de celwand met elkaar te verbinden. De verschillende pectine delen worden aan elkaar verbonden (zie deel a). Rhamnogalacturonan (b) is een verbinding die belangrijk is voor de vorming van de celwand en de porositeit en kwaliteit. Homogalacturonan (c) vormen stevige gels door calcium verbonden. (Cosgrove, 2005)

2.3 Factoren die effect hebben op de opname van voedingselementen

Wat neusrot is en hoe het ontstaat is omschreven. Echter hoe het ontstaat en welke andere factoren hierin een rol spelen is complexer. In figuur 10 staan alle factoren die invloed hebben op de ontwikkeling van een plant en daardoor ook de opname van voedingsstoffen. Klimaatwisselingen hebben een heel direct effect en kunnen in een kas ook snel wisselen.



Figuur 10 Schema van alle factoren die effect hebben op de opname van voedingsstoffen door de plant en hoe deze met elkaar in verband staan (Sonneveld, 2000)

Als bijvoorbeeld, zoals dit in Nederland kan gebeuren, een bewolkte regenachtige dag wordt afgewisseld door een zonnige dag. (Sonneveld, 2000)

Adams en Ho hebben vast gesteld dat er een verschil is in gevoeligheid van de verschillende cultivars. Maar dat dit ook weer wordt bepaald door de omstandigheden waarin de planten groeien en de leeftijd van de plant (Adams, 1992).

2.4 Transport van calcium naar de niet-verdampende delen van de plant

De verdamping wordt bepaald door het microklimaat rond de bladeren. Daar calcium door de verdampingsstroom wordt opgenomen zal ook de opname hoeveelheid hierdoor worden bepaald. De vrije bladeren verdampen overdag meer, hierdoor zal ook de meeste calcium naar deze bladeren getransporteerd worden (Sonneveld, 1983). In de nacht is de temperatuur lager, de RV hoger en er is geen instraling meer. Onder deze omstandigheden zal deze verdampingsstroom vrijwel stoppen in de vrijstaande bladeren. Op dit moment zal de worteldruk worden opgebouwd en worden ook de minder verdampende delen voorzien van water en voedingselementen. De druk die ontstaat is de zogenaamde worteldruk. Door actieve opname van voedingsionen ontstaat in de wortels een osmotische druk en wordt er water aangezogen. In tegenstelling tot de verdampingsstroom worden door de worteldruk de niet verdampende plantendelen evenveel in voorzien van vocht en voedingsionen. (Kok, 2008) (Vanhassel et al., 2014) (Berkel, 1981) Tabel 1 is het verschil in Ca^{2+} gehalte in de ingesloten bladeren en de vrij groeiende bladeren te zien. Bij sla heeft Sonneveld en Mook aangetoond dat ingesloten bladeren een duidelijk lagere concentratie aan calcium in de cellen hebben dan bij de vrije bladeren (Sonneveld, 1983). In tabel 2 is het verschil zichtbaar tussen gezond vrij groeiende bladeren en ingesloten blad met Ca gebrek. We kunnen concluderen dat de bladpositie bepalend is voor de aanvoer van voldoende Ca^{2+} . Er vindt geen redistributie plaats of te wel het wordt niet via het floëem herverdeeld vanuit de sterk verdampende delen (Heuvelink et al., 2009).

Tabel 1 Ca concentratie (mmol kg^{-1} droge stof) bij verschillende delen in gezonde selderij planten en bij planten met zwarthart.

Plant part	Healthy heads	Ca disordered heads
Inner part	214	50
Tips of outer leaves	822	478

(Sonneveld et al. V. B., 1975)

Tabel 2 De gemeten Calcium in gezond blad en in blad met rand in sla (mmol kg^{-1} droge stof) van gezonde koppen en koppen met rand. De gegevens zijn van verschillende bladeren van verschillende blad posities

Plant part	Healthy head	Ca disordered head
Inner leaf midrib part	159	27
Inner leaf edge part	181	66
Outer leaf midrib part	672	82
Outer leaf edge part	663	163

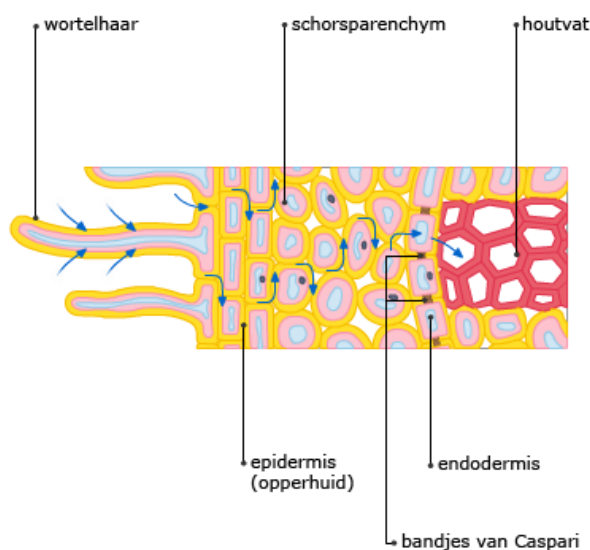
(Sonneveld, 1983)

2.5 Effect van cultivars

Het is niet te stellen dat neusrot per definitie een gebrek aan Ca^{2+} in de bodem of voedingsoplossing is. De cultivar eigenschappen spelen hierin ook een rol (English, 1982). De hoeveelheid Ca^{2+} in de bladeren van efficiënte cultivars was lager dan bij inefficiënte cultivars (English, 1982). Dit lijkt tegenstrijdig maar zou kunnen worden verklaard door de ionencompetitie in de plant. Er waren verschillende concentraties Ca^{2+} gemeten in de scheuten bij effectieve en ineffectieve lijnen respectievelijk was dit 60 en 100 mmol kg^{-1} droge stof (English et al., 1987). Uiteindelijk kunnen we stellen dat de Ca opname niet alleen is toe te schrijven aan vatbare en niet vatbare cultivars (Adams, 1992). Er is wel een effect gevonden in de vatbaarheid van de cultivars en de groei omstandigheden. De vatbaarheid werd beïnvloed door de osmotische potentiaal en de klimaatomstandigheden (Adams, 1992). Het type tomaat geeft een verschil in gevoeligheid voor neusrot. Zo zijn pruimtomen erg gevoelig en ander tomaten cultivars juist niet, zelfs niet bij een hoge EC (Kierkels et al., 2012).

2.6 Opname van calcium

De opname van Ca^{2+} is een passief proces en wordt alleen opgenomen door de jonge wortelpunten en een klein stukje daarboven (Heuvelink et al. K. , 2010).



De plantenwortels nemen water en mineralen op via de wortelharen. Vervolgens gaan het water en mineralen naar de centrale cilinder in de wortel. Dit gaat voornamelijk via de celwanden van het schorsparenchym. De houtvaten worden omsloten door endodermiscellen die aan de zijkant onderling verbonden zijn door een laagje kurk, de zogenaamde bandjes van Caspari. De endodermiscellen kunnen selecteren wat er opgenomen wordt en bepalen welke mineralen worden doorgelaten naar de houtvaten. (studiobiologie, 2016) Alleen de jonge wortels die nog niet verkurkt zijn kunnen calcium opnemen (eurofins agro, 2014).

Figuur12 afbeelding van de opname van water en mineralen en de functie van de bandjes van caspari (studiobiologie, 2016)

3 Calcium gerelateerde problemen in andere gewassen

Sla

Bij veel teelten komen kwaliteitsproblemen voor die een gevolg zijn van calciumgebrek. Telers van kropsla en andere slasoorten hebben veel last van rand, waarbij de randjes van de hartbladeren necrotisch (bruin en verdroogd) worden (figuur7).



Figuur 7 afbeelding waarbij de bladranden van de binnenste minder verdampende bladeren rand vertonen (Van hassel et al., 2014)

Deze aandoening heeft te maken met calciumgebrek dit is uit meerdere onderzoeken aangetoond. Het ontstaat als er in de plant schokken ontstaan in de aanvoer van water naar plantendelen door droogte, belichting of veranderingen in de EC van de voedingsoplossing (Vanhassel et al., 2014).

Bij het tipburn project is onderzoek gedaan naar de randvorming bij sla (Vanhassel et al., 2014). De randvorming bij sla is net als neusrot bij tomaat en paprika een duidelijke vorm van calciumgebrek. In dit onderzoek is gekeken naar het effect van de omgevingsfactoren op het ontstaan van rand. Sla in de hydroculturen hebben gemiddeld meer problemen met rand dan de teelten in de open grond. Calcium heeft als functie de celranden te verstevigen. Als er zich groeischokken voordoen in de vochthuishouding, bijvoorbeeld door snelle daling van luchtvochtigheid en wijziging in de EC van de voedingsoplossing, kunnen cellen barsten en indrogen. Bij analyse van de krop is gebleken dat er wel voldoende calcium aanwezig was maar dat het niet goed verdeeld was in de bladeren. Dit komt doordat het calcium niet mobiel is in de plant. (Vanhassel et al., 2014) (Heuvelink et al., Tijs Kierkels, 2004)

Alstroemeria

Alstroemeria is gevoelig voor bladverbranding bij grote weersovergangen, schokken in de verdamping en knopverdroging. Knopverdroging speelt vooral een rol in de wintermaanden dit ondanks het gebruik van assimilatiebelichting. Het element calcium speelt hierin een belangrijke rol (van der Helm et al., 2013). In de teelt, met het oog op voldoende calcium in de groeipunten, is het van belang om te zorgen voor luchtbeweging of het aanvoeren van droge buitenlucht. (Helm, 2012)



Figuur 8 vochtblaadjes bij alstroemeria (van der Helm et al., 2013)

Tulp

Bladkiep bij tulp is te herkennen aan het ontstaan van glazige, donkergroene plekken waar druppeltjes vocht uit komen. Er kan ook schade ontstaan aan de celstructuur. Dit uit zich in scheurtjes aan de onderkant van het blad. Bladkiep treedt op als er een calciumtekort is in de plant. Dit verschijnsel komt bij de teelt op potgrond minder voor dan bij waterbroei. Riscofactoren die een rol spelen bij het ontstaan van bladkiep zijn vroege bloei, dikke bolmaten en cultivar eigenschappen. Bij een droog klimaat wordt er bij tulpen meer calcium opgenomen. Om bladkiep te voorkomen is het droogstoken een goed maatregel (van Dam et al., 2006).



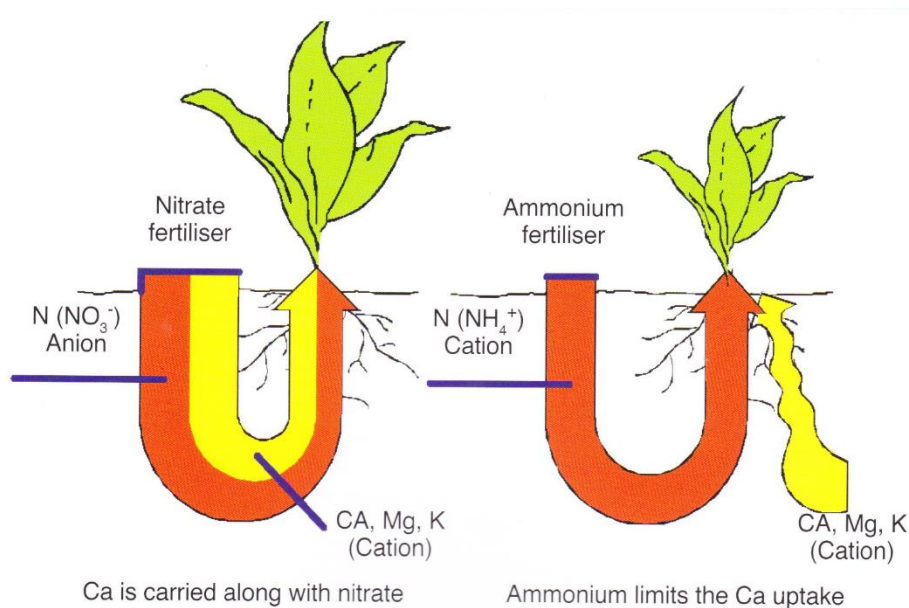
Figuur 9 Bladkiep bij tulp, op de linker foto is grijsverkleuring van afgestorven bladcellen foto rechts het 'zweten' van het blad en opkrullende opperhuidscellen. (van Dam et al., 2006)

4 Het effect van voedingsoplossing en substraat

Er zijn een groot aantal factoren die een rol spelen bij de opneembaarheid van voedingselementen door de plant. Zowel de omgevingsfactoren als klimaat, voedingsbodem of substraat en de voedingssamenstelling bepalen de individuele opname per voedingselement. In dit hoofdstuk wordt de opname van calcium door de plant omschreven en wat de invloed van andere kationen op de opname van calcium is.

4.1 De rol van stikstof

Stikstof zit in veel plantendelen en is het meest essentiële voedingselement van alle voedingselementen. Het zit in de meeste enzymen, celvocht, DNA, eiwitten en ander bouwstoffen van de plant. Bij jonge tomaten is gemeten dat vijf procent van de droge stof bestaat uit stikstof. Stikstof gebrek komt in de tuinbouw zelden voor. Wat meer voorkomt is overbesteding wat resulteert in een sterke vegetatieve groei. Een lager aanbod aan stikstof stimuleert het tegenovergestelde namelijk de bloemvorming en vruchtzetting. Uit onderzoek bij Plant Research Internationaal is gebleken dat tomaten zich meer generatief ontwikkelen bij een lager stikstofaanbod. Planten kunnen voedingstoffen passief en actief opnemen. Figuur 13 is te zien dat Nitraat (NO_3^-) actief wordt opgenomen net als de elementen calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) en kalium (K^+). De ammonium stikstof (NH_4^+) komt gewoon met de waterstroom naar binnen. Hierdoor ontstaat snel een overmaat aan stikstof wat de opname van andere kationen belemmert. (Kierkels et al., 2012)



Figuur 13 de opname van Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^+ is groter bij het gebruik van nitraat meststoffen dan bij ammonium houdende meststoffen (Kierkels et al., 2012)

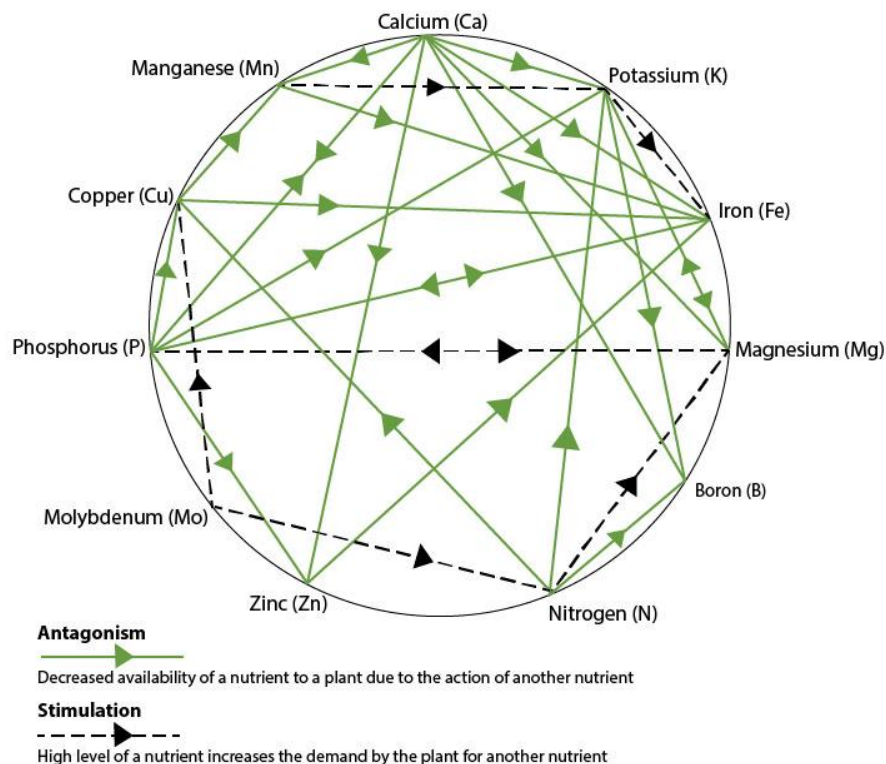
Stikstof kan de plant als NO_3^- of als NH_4^+ opnemen. Voor de plant is stikstof een belangrijk element maar de plant heeft geen voorkeur welke vorm de stikstof heeft. Voor rassen die gevoelig zijn voor neusrot is het belangrijk om geen of weinig NH_4^+ mee te doseren. NH_4^+ is net als Ca^{2+} een positief ion en daar het 1 waardig is wordt het makkelijker opgenomen dan een 2 waardig ion als Ca^{2+} . NH_4^+ werkt pH- verlagend (er komt bij opname H^+ vrij) ook een lagere pH zorgt er weer voor dat Ca^{2+} minder goed opneembaar is. Het is ook raadzaam om met de aanvang van de teelt te kiezen voor Calsal. Calsal is een vloeibare Ca^{2+} meststof met 100% nitraatstikstof (hoticoop, 2016). In de vaste vorm, wat kalksalpeter is, zit namelijk 1.1% NH_4^+ (Yara, 2016). Meer vegetatieve groei wordt bevorderd door en hoge gift van stikstof wat op zijn beurt, voor de cel stevigheid, vraagt om meer Ca^{2+} in de opname. (Kok, 2008)

In de schema's voor het samenstellen van de plantenvoeding is nitraat bijna altijd een sluitpost om de ionenbalans op orde te krijgen. Hierdoor ligt het aanbod van Nitraat al gauw 25 tot 50% hoger dan de behoefte van de plant en dat is schadelijk volgens Sjoerd Smits van Hortinova. Het is niet de nitraat maar de stikstof in de vorm van eiwit die zorgt voor de ontwikkeling en de groei van de plant. Alle nitraat, die niet wordt omgezet in eiwitstikstof, is overbodig en zorgt via osmose voor meer gezwollen cellen en zwakkere celwanden. Doordat nitraat, net als kalium, erg gemakkelijk wordt opgenomen is de gift bepalend voor de hoeveelheid in de plant. Andere stikstof meststof zoals ammonium wordt veel minder snel opgenomen. De stikstofbehoefte is rasafhankelijk en grove trostomaat heeft weer meer stikstof nodig dan een cherrytomaat. De omzetting van nitraatstikstof in eiwitgebonden stikstof is sterk lichtafhankelijk. Het gehalte nitraat in de plant zal daardoor in de winter hoger oplopen. Het is dan ook raadzaam om in de winter het gehalte aan stikstof aan te passen in de voedingsoplossing. Om de ionenbalans in de voedingsoplossing in evenwicht te houden kan er zonder probleem meer chloride en magnesiumsulfaat (3 mmol Mg^{2+} in plaats van 2 mmol Mg^{2+}) toegevoegd worden. (Smiths, 2016)

4.1 Concurrentie tussen kationen

De aanwezigheid van andere kationen kan de Ca^{2+} opname verlagen. Afhankelijk van het wortelmilieu (pH) kan de plant een bepaald aantal kationen opnemen. De kationen Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} en NH_4^+ beconcurreren elkaar. De opname van Ca^{2+} wordt dus beïnvloed door de aanwezigheid van de overige kationen en dan vooral de verhouding in de voedingsoplossing. (Sonneveld et al. W. V., 2009)

In hoeverre de voedingselementen elkaar beconcurreren in de voedingsoplossing is door Mulder in een tabel opgenomen. De Mulders Chart (figuur 14) laat de interactie zien tussen de verschillende voedingselementen in de voedingsoplossing. De richting van de pijl geeft aan hoe de voedingselementen elkaar beïnvloeden. Calcium heeft bij overmaat een antagonistische werking tegen kalium, mangaan, ijzer, magnesium, borium, zink en fosfaat. Fosfaat heeft daartegenover ook een antagonistische werking tegen calcium.

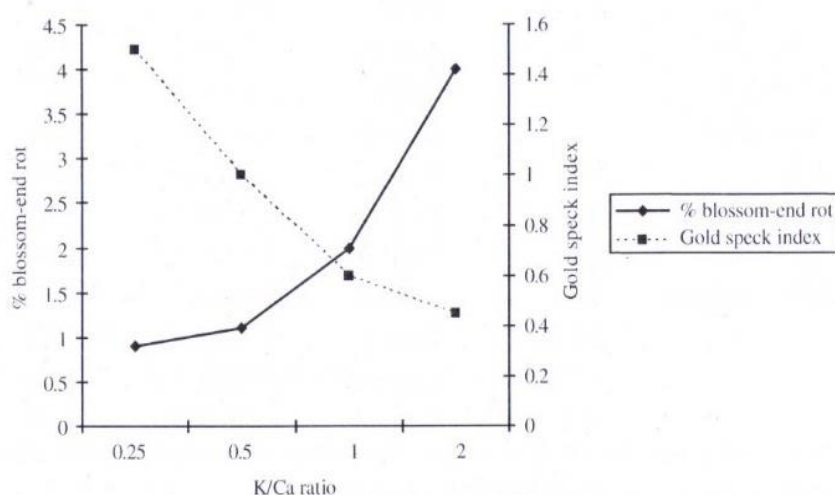


Figuur 14 Mulder's Chart geeft de invloed van de verschillende voedingsionen op elkaar aan en hoe ze elkaar beïnvloeden m.b.t. de opneembaarheid (Chart, 2016)

Om de calciumopname te vergemakkelijken is het raadzaam om de kaliumgift te verlagen. Voor rassen met een onevenredig sterke kaliumopname, zoals bijvoorbeeld pruimtomaten, heeft verlaging van kalium een gunstig effect op het voorkomen van neusrot. Een gevolg van een verhoogde calciumopname is wel dat de opname van borium wordt geremd. Borium is op zijn beurt weer belangrijk voor de elasticiteit van de cellen. Bij boriumgebrek in tomaat kan dit leiden tot kopbreuk bij het indraaien, vallende vruchten, kniktrossen of open ruggen bij vleestomaten. Door het boriumnivo te verhogen van 50-60 micromol naar 75 tot 100 micromol is bij een verlaagde kaliumgift geen probleem te verwachten. (Smiths, 2016)

Verhouding K/Ca

Door het gebruik van Calciumchloride i.p.v. Calsal kan de NO_3^- gift naar beneden. Chloor (Cl^-) zorgt er ook voor dat Ca^{2+} mobieler wordt in de plant. Natrium (Na^+) is een voedingselement waar de plant heel weinig van nodig heeft en binnen de voedingsoplossing wordt dit niet mee berekend. Vaak is dit aanwezig in lage waarde bij andere meststoffen en het is zaak om dit zo laag mogelijk te houden in de voedingsoplossing. Naarmate er meer vruchten aan de plant hangen neemt ook de behoefte aan K^+ toe. Het streefgetal van Ca^{2+} in de mat is lager dan K^+ . Bij een hoge $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ verhouding neemt de kans op neusrot toe als het tegenovergestelde zich voor doet dan is er kans op goudspikkel (figuur 15) (voogt, 2003) of wankleurigheid en verminderde houdbaarheid van de vruchten. (Kok, 2008)



Figuur 105 de relatie tussen de K/Ca verhouding en het ontstaan van neusrot en goudspikkel (voogt, 2003)

Wiersum heeft in onderzoek aangetoond dat de verhouding K/Ca in de voedingsoplossing effect heeft op de hoeveelheid Ca^{2+} in de bladeren. In tabel 3 is bij twee verschillende verhoudingen K/Ca duidelijk het effect van de hoeveelheid Ca^{2+} in de bladeren te zien. (Wiersum, 1979)

Tabel 3 concentratie van K en Ca in de bladeren en het phloem sap als gevolg van de verhouding K/Ca

External solution		In leaves $\text{mmol kg}^{-1} \text{ dm}$			In phloem sap mmol l^{-1}		
K/Ca mmol l^{-1}	Samplings	K	Ca	K/Ca	K	Ca	K/Ca
11.2/1.6	1	1664	77	21.6	97	0.11	882
	2	1399	80	17.5	115	0.14	821
	3	1297	95	13.6	103	0.12	858
	4	1156	95	12.2	103	0.14	736
3.3/7.6	1	1325	147	9.0	90	0.13	692
	2	1033	164	6.3	102	0.27	378
	3	893	162	5.5	96	0.19	505
	4	596	197	3.0	90	0.16	562

(Wiersum, 1979)

4.2 Verschillende factoren die de opname van mineralen bepalen

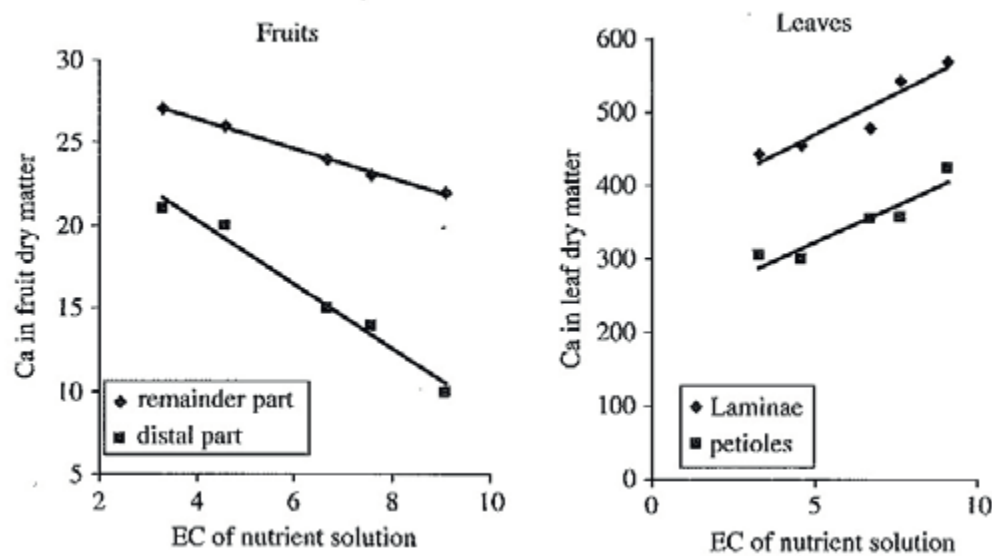
Het streefcijfer van K^+ in het voedingsmedium is onder de 6 mmol.l^{-1} bij een EC van 3 mS.cm^{-1} , maar het Ca^{2+} getal moet minimaal de helft van het K^+ getal zijn. Magnesium (Mg^{2+}) moet voldoende in de voedingsoplossing aanwezig zijn. Mg^{2+} is, in tegenstelling tot Ca^{2+} , wel mobiel in de plant en kan van de oudere bladeren naar de jongere bladeren getransporteerd worden. Fosfaat (PO_4^{3-}) bevordert de opname van Ca^{2+} en om die reden wordt dit ook wel eens genoemd als een element die invloed heeft op neusrot vorming (Kreij, 1996). De PO_4^{3-} gift moet rond de 2.25 mmol.l^{-1} zijn in een voedingsoplossing bij een EC van 3 mS.cm^{-1} . (Kok, 2008)

Er zijn proeven gedaan waarbij het NO_3^- gehalte verlaagd is en daarvoor in de plaats Cl^- toegevoegd wordt. Dit om de ionenbalans in de voedingsoplossing op peil te houden. Bij tomaat is gevonden dat daardoor de Ca^{2+} opname werd verbeterd. (Voogt, 1990) Er is gebleken dat er bij een lager NO_3^- gift meer eerste soort paprika's werden geoogst (Kreij, 1996). Bij een proef in 2002 zijn vergelijkbare resultaten gehaald bij een proef met tomaat. (Winkel et al., 2002)

De NO_3^-/Cl^- verhouding heeft geen effect op de vroegheid van de vruchtzetting bij paprika. Dit is wel eenmaal geconstateerd bij een proef waarbij er stikstofgebrek optrad. Bij een vervolproef bij aanwezigheid van NO_3^- en een verhoogde Cl^- is er meer eerste soort geteeld, echter een effect op neusrotvorming was hier niet geconstateerd. Het heeft geen effect op de groei als het Cl^- oploopt tot 15 mmol/l , mits er met het druppelwater continu voldoende NO_3^- wordt aangevoerd. (Kreij, 1996)

In een tweetal onderzoeken is gewerkt met verschillende Cl^- en NO_3^- concentraties in het wortelmilieu op een steenwol substraat. De EC waarde van het voedingsmilieu varieerde tussen een niveau van 3,5 en 4,0 ds m^{-1} . Bij alle behandelingen varieerde het concentratie nivo NO_3^- tussen de 1 en 25 mmol/L . Het percentage neusrot daalde en gouden stippel nam toe. De opname van Ca^{2+} met een toename van Cl^- / NO_3^- nam toe. Het is niet duidelijk of dit komt door een hoger chloor of een lagere NO_3^- . Er is aangetoond dat tomaten kunnen worden geteeld bij een laag NO_3^- en een hoog Cl^- zonder dat dit leidt tot een lagere opbrengst. (Voogt et al. C. S., 2004)

Bij een lagere EC wordt het water makkelijker opgenomen en bij een hogere EC wordt er makkelijker voeding opgenomen. Voor het element Ca^{2+} is dit minder duidelijk hoe het hierop reageert. Bij een aantal onderzoeken werd geconstateerd dat de Ca^{2+} opname afnam bij een oplopende EC. De opname van Ca^{2+} nam hier lineair af van 143 tot 88 mg d^{-1} bij toename van de EC van 3 tot 15 mS cm^{-1} . (Adams et al., Ho LC, 1993). Bij een onderzoek van Sonneveld & Welles (2005) was ook zichtbaar dat bij een oplopende EC de opname van Ca^{2+} afnam (Sonneveld et al. W. , 2005). Dit is mogelijk een gevolg van een verlaagde wateropname van de plant waarmee ook de Ca^{2+} opname afneemt (Adams et al., Ho LC, 1993). Het effect op de toename van de EC in de voedingsoplossing op de Ca^{2+} concentratie is per plantenonderdeel tegengesteld (figuur15). In de bladeren neemt de Ca^{2+} concentratie toe terwijl dit in de vruchten juist afneemt. Een verklaring kan zijn dat weinig verdampende plantendelen (vruchten) minder Ca^{2+} aangeleverd krijgen naarmate de EC in de voeding toeneemt (Ijdo et al. J. W., 2011) .



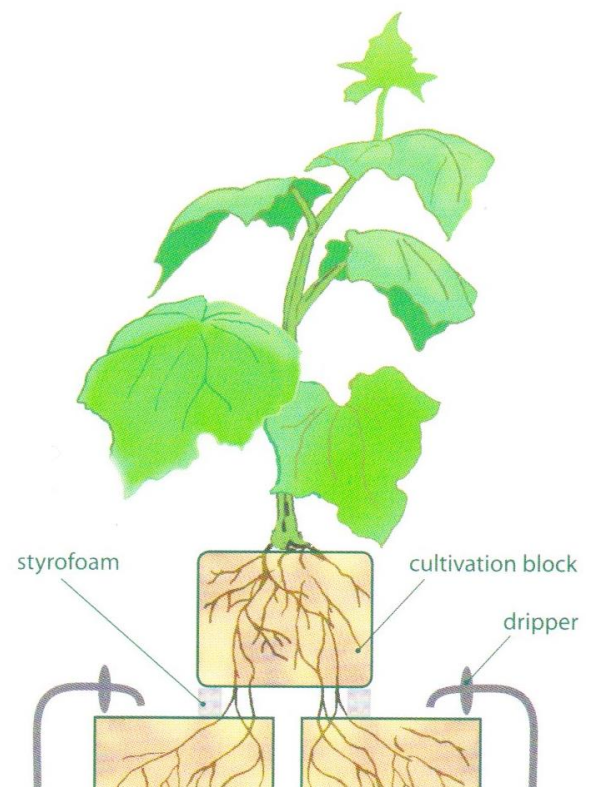
Figuur15 Relatie tussen de EC van de voedingsgift en de Ca-concentratie in de vruchten en bladeren (Sonneveld et al. W. V., 2009)

5 Effect van substraat en watergeefstrategie

Het medium waarop een plant groeit heeft primair de functie dat de wortels houvast hebben en voldoende vocht, lucht en voeding om te groeien. De manier van watergeven en de eigenschappen van de substraat bepalen mede hoeveel zuurstof er aanwezig is voor de plant.

5.1 Effect watergeefstrategie op opname voedingsionen

Op ieder medium waarop wordt geteeld, dus zowel in de grond als op substraat, zullen er plekken zijn waar meer of minder mineralen voorkomen. Het effect hierop is onderzocht door Cees Sonneveld, voormalig onderzoeker op het proefstation in Naaldwijk, in de jaren negentig. Sonneveld splitste de wortels van een tomatenplant (figuur 16). Uit dit onderzoek bleek dat de plant bij verdamping het water uit het blok met de lage EC opnam. Zelfs als bij het blok de EC opliep tot een EC van 10 gaf dit geen lagere opbrengst. Hierop werd geconcludeerd dat plaatselijke zoutophoping geen problemen geeft voor de groei. De planten reageerden vooral op de EC van het druppelwater en het effect van de mat EC was minder belangrijk. De actieve wortels bevinden zich dan ook vooral in de baan van het druppelwater. (Kierkels et al., 2012)



Figuur 16 in een proef groeien de helft van de wortels in een blok bij een lage EC en de ander helft bij een hoge EC. De plant neemt voor de verdamping het water van de lage EC en de voedingselementen van het blok met de hoge EC (Kierkels et al., 2012)

5.2 Het effect van watergeefstrategie op wortelvorming

De planten die in de opengrond groeien die moeten actief opzoek naar voedingsmineralen omdat deze niet, net als op substraat, door het druppelwater worden aangevoerd. Het wortelgestel in grondteelten is daardoor veel groter dan het wortelgestel van planten die groeien op substraat. Er is uiteraard wel een ondergrens bij hoe klein het wortelgestel kan zijn op substraat. Er moet voldoende buffer aanwezig zijn om de wisseling in klimaat, met als gevolg een wisselende verdamping op te kunnen vangen. Calcium wordt alleen passief opgenomen door de wortelpunten en een klein gedeelte daar boven. Het is dus van belang dat er een actief wortelgestel aanwezig is. (Kierkels et al., 2012)

Uit proeven genomen met teelt in de grond waarbij door droogte stress is veroorzaakt, is gemeten dat er meer neusrot voorkwam. Bij één neusrot gevoelig gewas nam het percentage neusrot toe. Droogte had effect op het Ca^{2+} nivo in de vrucht wat vervolgens een hoger gehalte van neusrot veroorzaakte. (Boon, 1971)

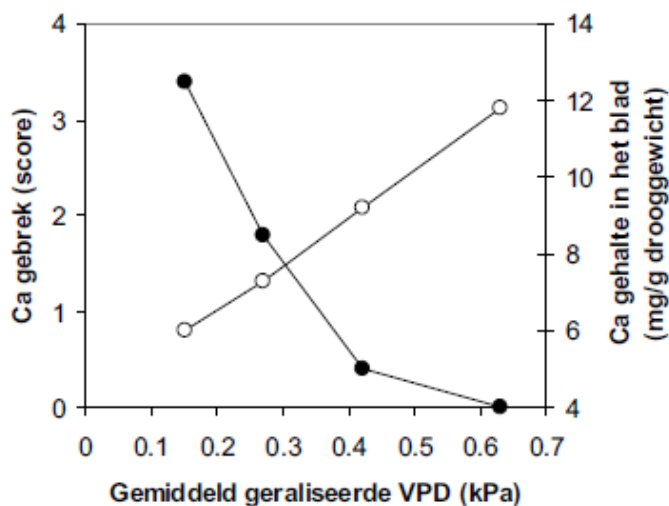
Er is een verschil tussen droge en natte teeltstrategieën. Droge strategie bestaat uit minder en grote. Dit heeft als resultaat dat er meer zuurstof in de mat zit maar dat ook de onderlinge matverschillen groter worden. Een natte strategie is dat er veel kleine beurten gegeven worden als gevolg dat de matten minder zuurstof bevatten en zorgt voor minder verversing van de voedingsbodem. (Van Marwijk et al., 2010) Het droger of natter telen hoeft niet per definitie meer of minder neusrot te veroorzaken. Het is wel van belang dat er geen watertekort ontstaat op momenten van hoge verdamping. Wat op zijn beurt ervoor kan zorgen dat er vocht aan de vruchten wordt onttrokken (Boersma, 2016).

6 De rol van klimaatfactoren(kasklimaat)

In de kasteelt is er een geheel ander klimaat (luchtvochtigheid, temperatuur en CO₂) dan in de open teelt. In de kas zullen planten sneller groeien onder invloed van een hogere temperatuur en RV. Door de snelle groei gaan de plantprocessen (celdeling en celstrekking) ook sneller. Hierdoor kunnen situaties ontstaan waarin de plant in onbalans raakt. Er kunnen daardoor ziektes of problemen met de opnamen van mineralen ontstaan. Opname van mineralen speelt vooral een rol onder lichtarme omstandigheden in het winterhalfjaar jaar. (Sonneveld et al. W. V., 2009) (Saint-Gobain Cultilene b.v., Remie van de Maat, 2016)

6.1 De rol van RV op de opname van calcium

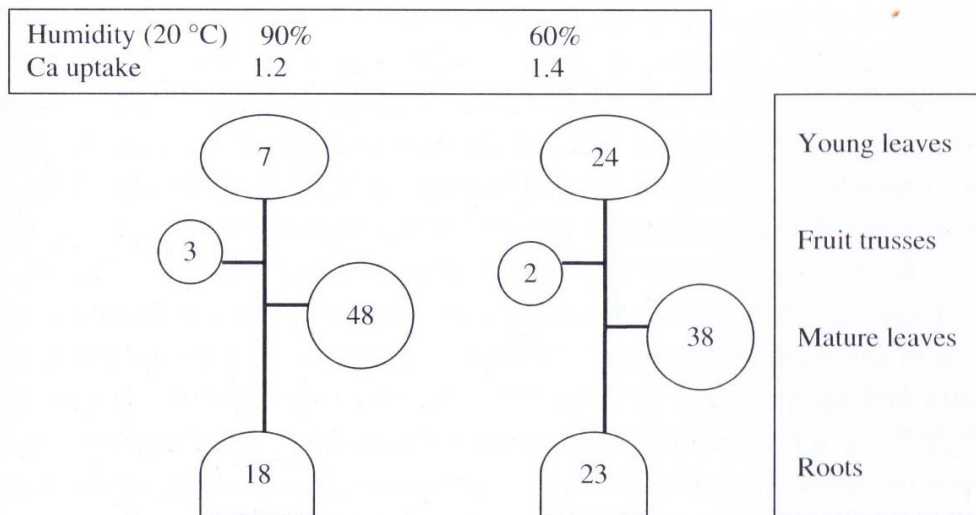
Het probleem van de neusrotvorming in relatie tot de omgevingsfactoren is te verdelen in twee groepen. De ene groep zijn de factoren mineralen en watergift die naar de omstandigheden als optimaal kunnen worden geregeld. De andere groep is het klimaat hier kan de relatieve luchtvochtigheid en temperatuur enigszins beïnvloeden worden door het inzetten van dakberegening (de Zwart et al., 2004). De luchtvochtigheid is een belangrijke factor voor de opname van Ca²⁺ (Wiersum, 1979) (Kreij C. d., 1996). In figuur 17 is te zien dat bij een lage VPD het calcium gebrek (score) toeneemt en dat het Ca²⁺gehalte in het blad afneemt. Vapour pressure deficit (VPD) is de hoeveelheid water die de lucht nog kan opnemen tot de lucht voor 100% is verzadigd.



Figuur 17 Relatie tussen VPD en calciumgebrek symptomen(●) in tomaten bladeren na 1 maand. En de relatie tussen de VPD en het gehalte Ca in de bladeren (○) (Cockshull et al., 1988)

6.2 Verdeling van calcium in de plant

Hoge luchtvochtigheid (RV) zorgt ervoor dat er minder Ca^{2+} opgenomen wordt omdat de verdamping lager is. Dit effect is bij de bladeren veel groter dan bij de vruchten omdat de sapstroom naar de bladeren groter is (figuur 18). De bladeren zijn dunner en hebben per cm^3 plantmassa meer huidmondjes dan vruchten, dit verklaart een grotere sapstroom. Ook kunnen bladeren zich hierdoor bij een hoge instraling beter koelen dan de vruchten. (Adams et al. H. R., 1990)



Figuur 18 de opname (mmol kg^{-1} droge stof) en de distributie (in procenten) van Ca^{2+} dat wordt opgenomen uit de voedingsoplossing bij het tomaten onder verschillende RV. De tomaten groeien bij een EC van 2 dS m^{-1} in een standaard voedingsoplossing. (Ho et al., 1989)

Bij de opname van Ca^{2+} is er meer transport naar de meer verdampende delen zoals de bladeren. Een onderzoek van Adams and Holder (1993) heeft aangetoond dat bij tomaat een RV van 90% t.o.v. 60% RV er minder Ca^{2+} wordt opgenomen (Adams et al., Ho LC, 1993). Tevens wordt er meer Ca^{2+} vervoerd naar de bladeren en jonge delen dan naar de vruchten (Ho et al., 1989).

Het effect van de RV overdag op de Ca^{2+} concentratie in de vruchten van tomaat is bij verschillende EC nivo's in de voedingsoplossing onderzocht door Adams en Holder. In tabel 4 staat dat zowel de VPD als de concentratie van de voedingsoplossing effect hebben op het nivo van Ca^{2+} in de vruchten. (Adams, 1992)

Tabel 4 Het effect van de RV overdag en Ca concentratie in de voedingsoplossing t.o.v. de Ca concentratie in de vruchten van tomaat (mmol kg^{-1} droge stof)

Day humidity VPD kPa	Ca in solution mmol l^{-1}		
	3.75	7.5	Average
0.65	10	12	11
0.15	14	18	16
Average	12	15	

(Adams, 1992)

Er zijn verschillen in Ca^{2+} concentratie in de vruchten en bladeren van tomaat bij een wisselende verhouding tussen de RV overdag en 's nachts (tabel 5). Het effect is ook nog verschillend voor de vruchten als voor de bladeren. Bij een hoge RV overdag en een lage RV 's nachts neemt de hoeveelheid Ca^{2+} in de vruchten het meeste toe. (Adams et al. H. L., 1995)

Tabel 5 het effect van de RV overdag en 's nachts op de Ca concentratie (mmol kg^{-1} droge stof) in de vruchten en het blad.

Night humidity	Day humidity					
	<i>Leaflets</i>			<i>Fruits</i>		
	Low	High	Mean	Low	High	Mean
Low	279	229	254	18	21	20
High	177	140	158	16	20	18
Mean	228	184		17	21	

(Adams et al. H. L., 1995)

De temperatuur heeft invloed op de ontwikkeling van het gewas (Dieleman et al., 2012). De etmaaltemperatuur is vooral van belang voor de totale groeisnelheid. In het vroege voorjaar (april, mei) is de gemiddelde temperatuur dermate laag waardoor er zonder te stoken niet voldoende

groeisnelheid is. De planten zullen door de lage temperatuur zeer traag ontwikkelen. Na mei, als de nachttemperaturen ook hoger worden dan is het mogelijk om ongestookte tomaten en paprika te telen onder Nederlandse omstandigheden. (BBS, 2016)

Het effect van calciumopname door de temperatuur is moeilijker te bepalen dan het effect van de RV. Dit omdat de RV automatisch reageert op de temperatuur. Hierdoor zal ook de verdamping en Ca^{2+} opname veranderen. Bij een onderzoek in zuid Spanje, uitgevoerd in een kas met een beweegbaar zonnesherm, is het scherm alleen op het heetste van de dag gebruikt als de temperatuur boven de 27°C kwam. Bij het schermen was naast de temperatuur ook de instraling en RV lager. In dit experiment waren twee EC nivo's met elkaar vergeleken en gekeken naar het effect hiervan op de opbrengst en het percentage neusrot (tabel6). (Lorenzo et al., 2003)

Tabel 6 de opbrengst (kg/m²), water gebruik (l/m²) en % neusrot(BER) bij tomaten beïnvloed door de EC van de voedingsbodem bij gebruik van den beweegbaar scherm in een kas. Het beweegbare scherm is gebruikt bij een temperatuur > 27°C

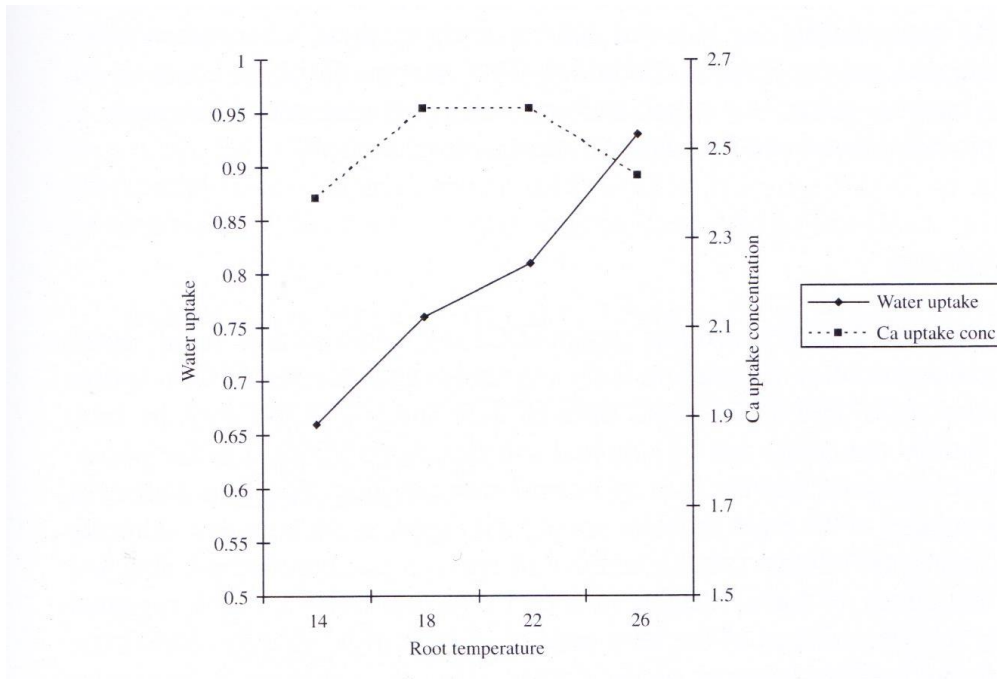
Shading	Yield		Water use		% BER	
	EC 3.1	EC 5.1	EC 3.1	EC 5.1	EC 3.1	EC 5.2
No	12.5	12.3	480	451	8.9	27.8
Yes	12.5	10.1	326	304	2.0	13.2

(Lorenzo et al., 2003)

Het afschermen van de zon zorgt voor een afname van wateropname van 32% midden op de dag hierbij werd een duidelijke afname van neusrot geconstateerd. Bij het schermen was de opname van Calcium verbeterd doordat er bij de hoge temperatuur een minder hoge verdamping werd gerealiseerd (door scherming). Dit effect is niet toe te schrijven aan beschikbaarheid of andere effecten vanuit het voedingsniveau. (Lorenzo et al., 2003)

6.3 Rol van worteltemperatuur

De opname van Calcium wordt beïnvloed door de temperatuur van de bodem (Adams., 1988). Figuur 19 laat zien dat, als de wortel temperatuur toeneemt, ook de wateropname toeneemt maar dat de Calcium concentratie bij opname afneemt.



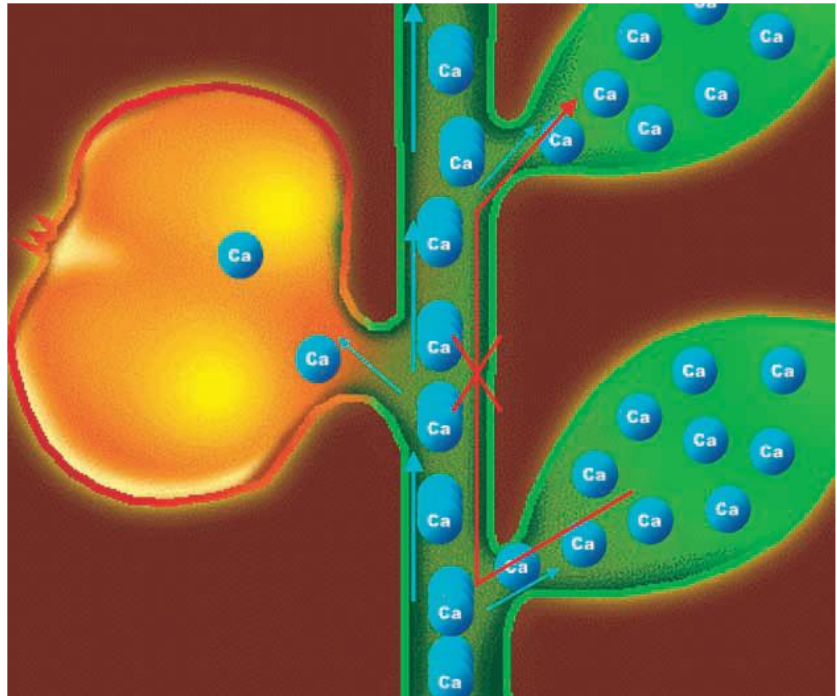
Figuur19 relatie wortel temperatuur en opname van water en Ca (Adams, 1993)

Er is een effect t.a.v. neusrotvorming gemeten bij een verschillende worteltemperatuur bij een wortel temperatuur in steenwol van 23 -33°C was meer neusrot dan bij een wortel temperatuur van 17 -22° C. Het Ca^{2+} nivo in zowel de bladeren als de vruchten was hoger bij 17 -22°C (Benoit et al., 2001).

6.4 Omstandigheden die neusrot veroorzaken

Een voorbeeld waarbij neusrot in de paprikakas kan ontstaan is een volgende praktijk omschrijving.

In een paprikagewas is net een zetsel vruchten geoogst en het weer slaat om. Het weer met een stralende blauwe lucht, hoge instraling, en lekkere temperatuur dus een ideaal groeiweertje. Dit is een situatie waarbij neusrot kan ontstaan. De bladeren verdampen veel en trekken te veel vocht uit de houtvaten. Hierbij krijgen de jonge vruchten nog wel genoeg water maar niet uit de houtvaten. Het gevolg is dat de aanvoer van calcium alleen naar de verdampende bladeren gaat (figuur 21). De calcium bereikt de vruchten niet waardoor er cellen ontstaan met een tekort aan calcium waarin dus gemakkelijk neusrot kan ontstaan. (Heuvelink et al., Tijs Kierkels, 2004)



Figuur 21 Calcium transport in de plant (beeld: Yara-Benelux)

De opbouw van worteldruk 's nachts wordt bepaald door de worteltemperatuur. Te koude wortels bouwen geen worteldruk op dus een hogere worteltemperatuur heeft een gunstig effect. Het afremmen van de verdamping kan ervoor zorgen dat de worteldruk toeneemt. Dit kan men bijvoorbeeld realiseren door de luchttemperatuur te laten zakken. (Heuvelink et al., Kierkels, 2009)

7 Algemene maatregelen ter voorkoming van neusrot

Alle klimaatomstandigheden die een sterke verdamping veroorzaken kunnen lijden tot de vorming van neusrot. Als de kwetsbare delen, vruchten, sterk groeien dan is de kans op afwijkingen het grootste. Het is van belang dat er een evenwicht is tussen de toename van droge stof en de calciumtoevoer. Bij scherp zonnig weer kan dit een reden zijn om te gaan schermen. Door het wegnemen van licht worden er minder kilo's geproduceerd maar de kans op neusrotvorming neemt hierdoor wel af (Kierkels et al., 2012). Bij vruchtgroenten en dan vooral bij paprika is het belangrijk hoe er geplukt gaat worden. Als er weinig vruchten aan de plant hangen dan vergroot dit de kans op neusrotvorming. Het kleine aantal vruchten groeit dan te hard ten opzichte van de aanvoer van calcium. Het komt ook voor dat er ondanks een grote toename van verdamping geen problemen ontstaan. (Heuvelink et al., Kierkels, 2009) Blijkbaar is er dan in de nacht en vroege ochtend al voldoende worteldruk opgebouwd waardoor de calciumtoevoer op nivo blijft (Vanhassel et al., 2014). Een andere manier om de waterstroom met mineralen naar de vruchten en jonge bladeren te sturen is een hogere worteltemperatuur in de nacht te realiseren (Kierkels et al., 2012).

Met de dakberegening is er een technisch hulpmiddel om zomerdag de extreme hoge temperaturen te verlagen. Het water wordt d.m.v. daksproeiers op het dak verdeeld. Dit water verdampt waardoor het koelend effect wordt verkregen. De temperatuur kan wel tot 11° C terug gekoeld worden. (Weel, 2009) Tevens kan er onder zomerse omstandigheden voor worden gezorgd dat de RV niet te veel wegzakt. De RV heeft vooral ook effect op de Ca^{2+} opname dat op zijn beurt weer belangrijk is voor de vruchtkwaliteit (Dieleman, 2008). Conclusie uit de proefnemingen is dat een snelle daling in de voornacht niet leidt tot grotere en zwaardere vruchten. (Dieleman et al., 2012)

Omstandigheden die het tekort aan Ca^{2+} veroorzaken: (Sonneveld et al. W. V., 2009)

- Klimaatfactoren
 - ◆ Hoge VPD reduceert het transport van Ca^{2+} naar de vruchten en de ingesloten bladeren.
 - ◆ Laag VPD reduceert de verdamping en daardoor de wateropname en transport van Ca^{2+} naar de nieuw te ontwikkelende bladeren (plantendelen).
 - ◆ Hoge instraling bevordert de fotosynthese en zodoende de groeisnelheid, met als resultaat een lagere concentratie van de Ca^{2+} in de plant.
 - ◆ Hoge luchttemperatuur zorgt voor een hogere groeisnelheid en een hogere dampdruk, dit resulteert in lagere concentratie Ca^{2+} in de plant en een lager transport van Ca^{2+} naar de vruchten en de ingesloten bladeren.
 - ◆ Een hoger CO_2 nivo zorgt voor een toename van de fotosynthese en daardoor een hogere groeisnelheid. Wat resulteert in een lagere concentratie Ca^{2+} in de plant.
- Condities in de wortelzone
 - ◆ Hoge EC.
 - ◆ Laag Ca^{2+} nivo in de voedingsbodem.
 - ◆ Een relatief laag Ca^{2+} concentratie in relatie tot de concentratie van de andere kationen.
 - ◆ Toediening van NH_4^+ in plaats van NO_3^- als N bemesting.
 - ◆ Laag P^{5+} of een laag Cl^- bemesting.

- Vatbaarheid gewassen
 - ◆ Gevoelige rassen.
 - ◆ Een weelderige groei met een sterke bladontwikkeling.

7.1 Maatregelen om neusrot te voorkomen

Algemene maatregelen die genomen kunnen worden om neusrot te voorkomen (redactie GF Actueel, 2008):

- Teelt maatregelen nemen die erop gericht zijn om zoveel mogelijk calcium in de weinig verdampende plantendelen te krijgen.
- Onderste bladeren van tomaat verwijderen, de plant wordt hier snel generatief van.
- In vegetatieve gewassen een blaadje uit de kop halen.
- Door de verdamping van het blad tijdelijk te beperken kan calcium via de sapstroom, o.i. van de worteldruk, de vruchten bereiken.
- Door een lage voornachttemperatuur kunnen de cellen volledig op spanning komen met hierbij ook een aanvoer van calcium.

Bij vruchtgroenten in het algemeen maar vooral bij paprika is de plantbelasting belangrijk. Als er wordt geoogst dan verandert de verhouding van het aantal vruchten t.o.v. de hoeveelheid blad. Als er weinig vruchten aan de plant groeien dan ontwikkelen deze snel waardoor de kans op een te lage calciumtoevoer kan ontstaan. Het kan raadzaam zijn om dan een aantal vruchten rood te oogsten. (Kierkels et al., 2012) Bij BBS kan dit betekenen dat men na de eerste zetting een aantal vruchten laat doorkleuren zodat de vruchten van de tweede zetting rustiger kunnen ontwikkelen.

7.2 Bladbespuiting

Een aantal onderzoeken geven aan dat er met bladbespuiting resultaat is te behalen in het reduceren van het percentage neusrot.

Calcium bespuiting

Shear zegt dat een bladbespuiting met Ca^{2+} effect heeft op bladgewassen als sla en brassicae. Daarnaast is het effect wat er bij vruchtgewassen wordt bereikt veel kleiner. De reden die hij aangeeft is dat het blad dunner is met een groter oppervlakte. Dit is relatief gemakkelijk te bespuiten. Bij vruchten, die dikker zijn en vaak ook lastig te raken, is daardoor het effect van een bespuiting kleiner. Het effect van een bespuiting op vruchtgewassen is niet hoger dan een paar procent. Er zijn wel goede resultaten gehaald bij een bespuiting op bladgewassen of siergewassen als poinsettia. (Shear, 1975)

Een experiment uitgevoerd door Geraldson heeft een sterke reductie van neusrot in tomaten gerealiseerd met gewasbespuitingen van $40 \text{ mmol l}^{-1} \text{CaCl}_2$ (Geraldson, 1957). Een ander onderzoek resulteerde in een afname van 7 tot 35% door om de 3 á 5 dagen een bespuiting uit te voeren met $35 \text{ mmol l}^{-1} \text{CaCl}_2$. Hierbij was er geen effect bereikt door op het blad te spuiten maar het effect was wel bereikt door op de vruchten te spuiten. (Borkowski, 1984)

Op het proefstation in Noord Limburg (1986) is een vergelijkbaar resultaat gehaald. Er is twee keer in de week met een concentratie van 40 en $80 \text{ mmol l}^{-1} \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ gespoten. Dit gaf een reductie van 50% aan neusrotvorming. In het resultaat was geen duidelijk verschil tussen de twee concentraties gemeten. Een probleem bij deze concentratie was wel dat er erg veel residu op de planten achter bleef. (Proefstation Noord Limburg, 1986)

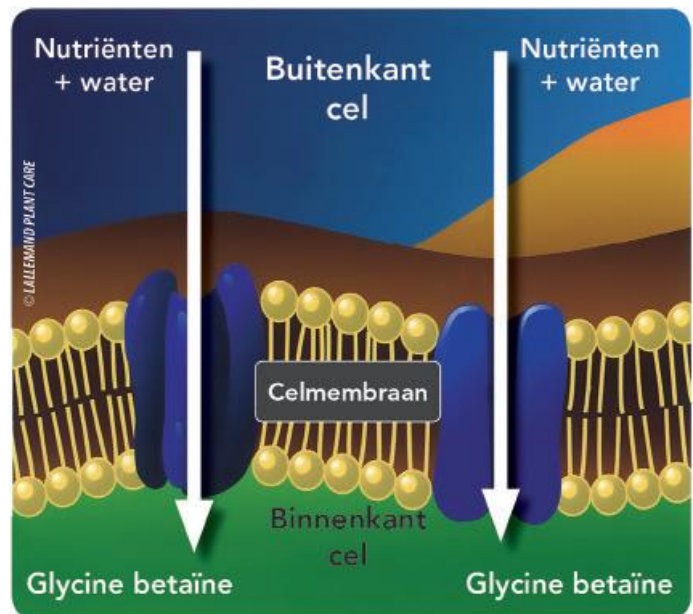
Abscisinezuur

Er is een proef gedaan aan de universiteit van California met een bladbespuiting met het hormoon abscisic acid (ABA). De planten groeiden in een kas waarbij na de bestuiving wekelijks een bladbespuiting was uitgevoerd met $500 \text{ mg l}^{-1} \text{ABA}$. Het neusrot in de behandelde planten was compleet verdwenen tegenover de onbehandelde planten die 30 – 45% vruchten met neusrot vertoonden. De met ABA behandelde planten hadden een hoger gehalte aan Ca^{2+} in de vruchten en het gehalte in de bladeren wat afgenomen. (Sergio Tonetto de Freitas et al., 2011)

Abscisinezuur remt de celdeling, houdt de zaden in rust, bevordert de veroudering in de bladeren en remt de uitloop van knoppen. Indirect werkt dit hormoon door de vorming van ethyleen wat ervoor zorgt dat de bladeren afvallen. ABA regelt de sluiting van de huidmondjes als de wortels de verdamping niet bij kunnen houden. ABA wordt aangemaakt in de wortelen en met de waterstroom meegevoerd naar de bladeren. Het middel is niet in een synthetische vorm verkrijgbaar (Kierkels et al., 2012)

Greenstim

Greenstim is een oplosbaar poeder dat voor 97% bestaat uit zuivere glycine betaïne. Deze werkzame stof komt van nature ook in de planten voor en werkt als een osmoseregulator in de cellen. In de cellen ontstaat osmotische druk door de aanwezigheid van voedingszouten. Als er vocht onttrokken wordt aan een cel neemt van de betreffende cel de zoutconcentratie toe en daardoor de zuigkracht naar de omliggende cellen (de Biobazaar, 2016). De osmotische druk tussen de cellen in de plant kan ervoor zorgen dat de celwanden meer onderdruk komen te staan. De glycine betaïne zorgt ervoor dat de planten beter bestand zijn tegen droogte, snelle temperatuurswisselingen, zout- en waterstress (Ashraf et al., 2007). Telers die het hebben toegepast in tomaat spreken van zichtbaar minder neusrot (tot -15%) en mooier glanzende vruchten. (Staalduinen, 2016)



Figuur 11 Greenstim verbetert de water- en nutriëntenhuishouding in de plantencel (Biobest, 2016)

8 Inrichting van het bedrijf/ uitgangspositie

In dit hoofdstuk staat omschreven wat er al aan maatregelen genomen zijn om neusrot te voorkomen bij de teelt van tomaat en paprika op substraat bij BBS.

8.1 Huidig klimaat gerealiseerd

Bij BBS wordt in een ongestookte kas op een substraat van steenwol tomaat, paprika, bonen en pepers geteeld. De teelt in de kas begint rond half mei. De reden dat er niet eerder wordt gestart is dat de nacht temperatuur voor half mei te laag is om een voldoende groei in een jong stadium te realiseren. De gewassen groeien dan te zwaar, er ontstaat dan een plant met een dikke stam en groot blad. De planten ontwikkelen dan sterk vegetatief dit heeft tot gevolg dat bij paprika de eerste zetting, afhankelijk van cultivar, niet bevruchte vruchten geeft. Er ontstaan dan zogenaamde knopen, dit zijn vruchten zonder zaadzetting die niet uitgroeien maar hart en bonkig zijn (figuur 22).



Figuur 22 vruchten die niet bevrucht zijn, daar groeit de zaadlijst niet door en er ontstaan platte bonkige vruchten de zo genaamde knopen bij paprika (roos, 2015)

De planten worden allemaal in kleine aantallen tegelijk geplant en de totale uitplanttijd bedraagt ongeveer 4 weken op een oppervlakte van 6500 m². Op dit tijdstip in het jaar, met hoge instraling, kan het kasklimaat niet goed geregeld worden. Bij een normale situatie in een productiekas staat er, onder deze omstandigheden, een teeltruimte gevuld met een vol productief gewas. Dit gewas is door zijn verdampend oppervlakte in staat om een goed en stabiel klimaat te realiseren. Het groeit in balans doordat het ongeremd, zonder groeischommelingen en klimaatschokken, door kan groeien. Bij BBS staan kleine planten die niet in staat zijn om een goed kasklimaat te maken. Het gevolg is dat de planten niet goed ontwikkelen en bloot staan aan grote temperatuur en RV wisselingen. Het is dus zaak om een plant te ontwikkelen die niet te snel groeit op substraat. Dat is een situatie waarbij de plant gemakkelijk zijn vocht en voeding kan pakken. De plant kan snel reageren op de veranderende klimaatfactoren. Dit heeft als gevolg dat de vruchten die aan de plant hangen aan grotere krimp en zwellingkrachten (overdruk, onderdruk) bloot staan. De kans op neusrotvorming neemt daardoor toe.

Bij paprika is de balans in vruchtbelasting, bloei en hoeveelheid blad moeilijk in de hand te houden. De groeisnelheid is bij een lage temperatuur ook dermate laag dat er met vroeg planten ook geen winst in teelduur te behalen is. De opkweek wordt wel in verwarmde teeltruimte uitgevoerd. Het is hierin mogelijk om een grotere plant op te kweken die al generatief is alvorens deze in de ongestookte teeltruimte wordt geplant. Hiermee is de teelduur te verkorten. De plant kan namelijk in een vroeg stadium snel doorontwikkelen.

Voor het planten wordt het dek gekrijt om de felle zon tijdens de start van de teelt af te schermen. De planten worden namelijk in een periode met hoge instraling in een bijna lege teeltruimte geplant. Alleen met dakberegening de RV op pijl houden is dan niet mogelijk. Er is een scherminstallatie aanwezig, het doek wat hierin zit is niet licht doorlatend waardoor het niet geschikt is om als schermdoek te functioneren.

Het klimaat wordt geregeld met een klimaatcomputer van Hoogendoorn. De luchting, dakberegening, scherming en watergift wordt met deze klimaatcomputer geregeld. Zo kunnen er lichtafhankelijk de druppelbeurten worden geregeld. De dakberegening kan met invloeden gestuurd worden op RV. Door de computer klimaatregeling is het mogelijk om onder invloed van het klimaat buiten de luchting te knijpen of juist meer te openen.

8.2 De huidige waterkwaliteit

Er is een substraatunit aanwezig met een mengbak en A en B bakken systeem. De EC en pH kan op ieder gewenst niveau geregeld worden. De unit wordt aangestuurd door een Hogendoorn klimaat computer. Het drainagewater wordt opgevangen d.m.v. een drainage sijsteem verzameld in een drainsilo. Dit drainagewater wordt door een drainwaterverhitter ontsmet en opgeslagen in een watersilo. Dit water wordt vermengd met schoonhemelwater en door de unit op smaak gebracht met toevoeging van de nieuwe voedingsoplossing. Door het gebruik van een pH regeling en pomp wordt het mengsel op een pH van 5,5 gebracht. Er wordt hier gewerkt met hemelwater als uitgaanswater dus het uitgaanswater is alleen voorzien van de voedingszouten die in een juiste verhouding kunnen worden gegeven.

Er is in het begin van het telen op substraat in 2012 gewerkt met een standaard voedingsoplossing zoals dit ook in de productie tuinbouw wordt aangehouden. In 2013 is het schema verder aangepast onder begeleiding van teeltvoorlichter Kees v.d. Zon en in 2014 is verder gesleuteld aan de K/Ca verhouding (Tabel 7). Zowel in de opkweek als in de teelt wordt bemerkt dat de planten daar te vegetatief van gaan groeien. De voedingsoplossing is om die reden aangepast waarbij de stikstof is vervangen door chloor. Het resultaat was dat de gewassen, vooral tomaat, sterk vegetatief bleven groeien met veel neusrot.

Tabel 7 voedingschema's die gehanteerd zijn bij BBS in 2012 t/m 2014 (BBS, 2014)

	Kees v.d. Zon			2013		2014			
	opkweek	start schema		vruchtgroei		opkweek	teelt fase 1	teelt fase 2	fase 3
		teelt							
NH4	1.5	0.8		0		0.8	0	0	0
K	9	7		4.43		7	4.43	5	4
Na	0	0		0		0	0	0	0
Ca	6	4.5		4.34		4.5	4.34	6	7
Mg	3.5	2		1.32		2	1.32	1.5	1.5
						20.8	15.75	20	21
NO3	23.9	15.5		11.85		15.5	11.85	9.5	8
Cl	0	0		0		0	0	6	8.5
SO4	1.85	2		1.32		2	1.32	1.5	1.5
H2PO4	1.9	1.3		1.26		1.3	1.26	1.5	1.5
						20.8	15.75	20	21
Fe	32.45	62.4		17.38		62.4	40	40	50
Mn	22.13	15.6		11.85		15.6	11.85	15	15
Zn	11.8	6.24		6.32		6.24	6.32	8	8
B	66.38	41.6		35.55		41.6	35.55	45	45
Cu	1.49	2.08		0.8		2.08	0.8	1.01	1.01
Mo	1.11	1.04		0.59		1.04	0.59	0.75	0.75

Voor het teeltseizoen 2015 is het voedingsschema aangepast zoals in tabel 8 aangegeven. Vervolgens is ook de watergeefstrategie aangepast in de voorgaande jaren is stralingsafhankelijk het aantal beurten vergroot en de EC met 0,3 verlaagd. In 2015 is er met continu een EC van 2,2 gedruppeld en 15 min./h vanaf 's morgens 9:30 uur tot 18:00 uur. Na 1 september is eerder gestopt met water geven, dit afhankelijk van de instraling. Ten allen tijden is een drain per dag tussen de 30 en 50% gerealiseerd. In de paprika en tomaat is het percentage neusrot niet afgenomen. Dit was wel het geval bij de hot pepers. Alle gewassen stonden gedurende dit seizoen wel minder vegetatief te groeien.

Tabel 8 voedingsschema voor de teelten tomaat, paprika, boon en hot peper op substraat voor het teeltseizoen 2015

	Advies Piet G.									
	g/m ³					verhouding in Mmol				
	N	P	K	Mg	Ca	N	P	K	Mg	Ca
Establishment	170	50	275	45	140	14,05	2,06	8,88	1,85	0,00
Vegetative/ flowering 1t/m4	184	50	275	45	140	11,50	2,06	8,88	1,85	0,00
fruit setting/ fruitgrowth / harvest 5 t/m14	170	50	328	45	140	7,00	2,06	10,59	1,85	0,00
	voedingsschema's									
	NH4	K	Ca	Mg	NO3	P	SO4	Cl	ionen balans	
									kationen	anionen
Establishment	0	8,88	2,50	0,90	13,12	2,06	0,25	0,00	15,68	15,68
Vegetative/ flowering 1t/m4	0	8,88	2,50	0,90	11,05	2,06	1,05	0,47	15,68	15,68
fruit setting/ fruitgrowth / harvest 5 t/m14	0	10,59	2,50	0,74	7,00	2,06	1,00	6,01	17,07	17,07
Ec solution EC = 2.2. ds/m Ph kcl = 5,3 / 5,5										

8.3 Factoren waarmee nu al gespeeld kan worden bij BBS

Technische hulpmiddelen waarmee, zonder investeringen, kan worden gewerkt.

- Met dakberegening kan bij hoge instraling de verder oplopende temperatuur afgevlakt worden. Een tweede effect is dat de RV hoger blijft (+10%). Dit alles heeft als resultaat dat het klimaat stabiel wordt. In Nederland kunnen in de zomer de klimaatwisselingen, door het veranderende weer, sterk variëren.
- Er kan gekozen worden om met grotere en generatievrije planten te starten. In de gestookte opkweek is het mogelijk om in een jong planten stadium een vlotte doorontwikkeling te realiseren. Men kan tenslotte de nachttemperatuur voldoende hoog houden.
- Door het gebruik van vloeibare enkelvoudige meststoffen en schoonhemelwater is het mogelijk om iedere aanpassing in de voedingsoplossing te realiseren.
- Er is een scherminstallatie aanwezig die ingezet kan worden bij extreme weersituaties met hoge instraling en hoge temperatuur. Het gewas wordt zo minder zwaar belast en de groei zal gelijkmatiger zijn. Wel moet dan het huidige doek vervangen worden door een doek wat geschikt is voor scherming.
- Door het aanpassen van de watergeefstrategie en dit verder uit te ontwikkelen kan er op momenten van hoge verdamping voldoende goed water gegeven worden.
- Door het monitoren van de plantbelasting kan er een strategie ontwikkeld worden. Door blad plukken of vruchtdunning kan de verhouding tussen het aantal vruchten en de hoeveelheid blad gecorrigeerd worden. Bij paprika kan men enkele vruchten laten kleuren alvorens ze te oogsten.

9 Praktijkervaringen

In het voorjaar, bij een overgang naar open zonnig weer, kan er in paprika neusrot in de vorm van drukkers, ontstaan. In de laatste donkere fase in februari is de eerste zetting eraan gekomen. De vruchten zijn snel ontwikkeld en er is nog geen evenwichtige groei. Bij een snelgroeïend gewas in dit voorbeeld treedt onder een wisseling van dagen met hoge instraling gevolgd door enkele donkere dagen gemakkelijk neusrot op. De watergift moet na zo een omslag worden aangepast. Wordt dit niet gedaan dan treedt er tijdelijk teveel worteldruk op. In deze situatie is het ook mogelijk dat de vruchttemperatuur te hoog is opgelopen en het gewas nog niet in balans is. (Verberne Chris, DLV plant, 2010)

De plantbalans is belangrijk om neusrotvorming te voorkomen. Bij een warme dag van meer dan 25 graden is het belangrijk om de middag lang door te gaan met watergeven. Na drie uur neemt de instraling af maar loopt de buitentemperatuur nog wat op. Dit veroorzaakt meer verdamping als dat men dat van de hoogte van de instraling mag verwachten. Het is dan goed om deze dagen tot 7 á 8 uur in de avond door te gaan met watergeven. Houd hierbij ook de matintering in de gaten. Dit mag niet te hoog oplopen. (enzazaden, 2016)

Direct na het planten aangieten met 1,5 tot 2 ltr/ha Previcur om de Pythium te onderdrukken en de wortelgroei te stimuleren. Zorg in de ochtend voor een actief klimaat door kort op de stooklijn te luchten met gebruik van een minimumbuis. De planten worden gestimuleerd om een sterk wortelgestel te ontwikkelen. Ook watergeven speelt een belangrijke rol, geef bij voorkeur grote watergeefbeurten rekening houdend met de mogelijkheden van het substraat. (Kok, 2008)

In de eerste weken van de teelt wordt de etmaaltemperatuur hoog gehouden voor een snelle ontwikkeling van het gewas. Omdat de plantbelasting dan nog erg laag is groeien de jonge vruchten snel uit. De aanvoer van calcium in de vruchtpunten is hierdoor te gering om stevige celwanden aan te leggen. Dit zijn groeiomstandigheden die een verminderde aanvoer van calcium in de vruchtpunt tot gevolg hebben. De snelle ontwikkeling in combinatie met weinig licht en verdamping werken neusrot in de hand. Bepaalde cultivars zijn gevoelig evenals bepaalde type tomaat. Pruijtomaten zijn bijvoorbeeld gevoeliger dan vleestomaten. (Kok, 2008)

Jan Boersma nationaal en internationaal teeltvoorlichter bij Delphy voor het gewas tomaat zegt het volgende: Het optreden van neusrot is grofweg terug te voeren tot twee cruciale momenten tijdens de vrucht uitgroei van tomaat: de aanleg van cellen (celwanden) in het jonge vruchtstadium en het moment dat aan zwakke cellen water wordt onttrokken. Hieronder wordt het uitgelegd.

De eerste factor: het inbouwen van calcium

Zwakke celwanden ontstaan als er in het jonge vruchtstadium te weinig calcium wordt ingebouwd. Dit treedt op als de vruchten te snel groeien door een verkeerde sink-source balans door te weinig vruchten (te weinig sink) en teveel bladen (teveel source).

Simpelweg is sink de vraag naar assimilaten en source de productie van assimilaten.

In de zomer is er veel licht en dus mogelijkheden voor veel "source". Door de hoge temperaturen gaat de vruchtuigroei razend snel en is er in het begin van de teelt een onbalans als er geen tegenmaatregelen worden getroffen. Bovendien zitten er in het begin nog weinig vruchten aan de plant, waardoor de uitgroei van het nog geringe aantal vruchten nog sneller gaat.

Daarom is het belangrijk om het bladvolume naar verhouding te reduceren door middel van bladplukken. Voor één tros volstaan dan 5 bladeren en geen 10 of meer.

Overigens is het belangrijk te vermelden dat calcium alleen via de houtvaten **rechtstreeks** naar de

vruchten kan worden gebracht. Bij de andere voedingselementen vindt via de zeefvaten veel herverdeling van de bladeren naar de vruchten plaats.

Een goed opgekweekte plant heeft de tros op het 7^e blad en niet meer zoals vroeger vaak het geval was op het 10-13^e blad. Voor de inductie van de tros is een lagere temperatuur in een vroeg stadium van de opkweek belangrijk, daarom wordt in warme klimaten na opkomst van de zaailingen onder “airco omstandigheden” (soms in huis) opgekweekt.

Andere mogelijkheden om de source te verminderen zijn bijv. het krijten van het dek of het gebruik een schermdoek. Al deze maatregelen reduceren de aanmaak van assimilaten in de 1e fase van de teelt en vertragen de vrucht uitgroei. Er is dan domweg meer tijd om Calcium in de celwanden van de vrucht in te bouwen, waardoor deze beter bestand is tegen wateronttrekking bij grote verdamping.

De 2^e factor: wateronttrekking aan de vruchten

Tijdens de verdere uitgroei van de vruchten tot aan de oogst is het van belang dat er door lage RV en hoge instraling niet teveel water wordt onttrokken aan de vruchten. Het frequent en voldoende watergeven op instraling is daarbij belangrijk.

Ook is het zinvol om bij extreme omstandigheden de EC van het druppelwater op straling (300-600 watt/m²) te verlagen.

Er is in principe geen verschil in neusrot gevoeligheid in de grondteelt of substraatteelt.

Wel ontstaat in grondteelt snel een te vegetatief gewas, dus ook hier moeten maatregelen genomen worden om dat tegen te gaan. Op substraat groeien de wortels in een beperkter volume dan in de grond en kan de plant snel op het juiste moment voldoende water krijgen en is er zo minder kans op water tekort en dus minder kans op neusrotvorming.

Maar met druppelaars is ook in de grond prima te telen.

Het klimaat is tijdens de hele vrucht uitgroei belangrijk maar vooral in de 2^e fase.

Op het eind van de middag cq vooravond de luchting knippen om vocht te sparen is belangrijk om de planten op spanning te houden; op dat moment neemt de instraling en dus óók de verdamping af maar blijft de VPD hoog.

Dit “knippen” kan pas op het moment dat de kastemperatuur door het reduceren van de raamstand niet of nauwelijks oploopt. Meestal is dat bij een instraling van minder dan 300 Watt/m².

Verder is het een goede maatregel bij vooral neusrotgevoelige rassen om op dagen met veel verdamping 2 á 2,5 uur na zon-onder een druppelbeurt geven. Op dat moment kan de luchtvochtigheid in de kas hoog zijn (optimaal vochtdeficit van ca 2 gram/m³) en kan er door de grote worteldruk veel water met calcium rechtstreeks naar de vruchten worden getransporteerd.

Neusrot ontstaat al in een vroeg stadium als de vruchten het snelste ontwikkelen (2 á 3 cm groot).

Het kan ook zijn dat de cellen binnen in de vrucht barsten en is het aan de buitenkant nog niet te zien dat er neusrot ontstaan is. Grotere planten uitplanten is een nadeel omdat er dan relatief te weinig wortels zijn om voor die grotere plant voldoende water aan te voeren.

Naast de aandacht voor teelttechnische handelingen is ook de rasgevoeligheid van groot belang.

Zo zijn bijv. zgn Roma types zeer gevoelig voor neusrot. (Boersma, 2016)

Richard Kooijman is Senior Production Manager bij Eric Wall Ltd. en heeft ervaring met het telen op substraat van tomaten maar ook paprika en pepers. Hij heeft de ervaring dat voornoemde gewassen bij eenzelfde voedingsoplossing geteeld kunnen worden en dan bij een hogere EC dan nu bij BBS gehanteerd wordt. Dit niveau van EC bestempelt hij als te laag voor tomaat. Bij Eric Wall Ltd wordt er in het begin van de teelt gedruppeld met een EC van 4-3.5 in de mat EC van 8. Als er gestart wordt met plukken wordt er een mat EC van 4 nagestreefd. De druppel EC wordt verlaagd naar 3 als ze beginnen te plukken en in de zomer verder verlaagd naar 2.6-2.7 met een mat EC 3 tot 4.

In de voedingsoplossing wordt gewerkt met 18-20 mmol/l N en vroeg in het seizoen wordt er een Cl van 10 mmol/l gegeven en bij de start van de pluk wordt dit verhoogd naar 5.71 mmol/l. Dit is een verhouding in de start teelt N/Cl = 2/1 en na de pluk 2.8/1. Een hoger Cl nivo in het begin van de teelt geeft een generatieve prikkel en is op dat moment ook zeer gewenst. Later in het seizoen met meer licht komt deze generativiteit vanzelf. (Kooijman, 2016)

De reden dat ze chloor gebruiken is voor de ionenbalans en de smaak. Vooral de smaak is heel belangrijk voor de markt in het Verenigd Koninkrijk. Voor de ionenbalans is het van belang dat de + ionen en de – ionen in balans zijn. Bij een gebrek aan – ionen kan er ook minder Ca^{2+} , K^{+} en Mg^{2+} opgenomen worden. Calcium gebrek resulteert namelijk in het ontstaan van neusrot. Kalium gebrek resulteert in een slechtere vruchtkleur (vooral als er een aantasting van pepino virus is) en Magnesium gebrek. Magnesium bevordert de fotosynthese. Chloor in matige hoeveelheid is zeer nuttig voor het verbeteren van de brix (hoger) en daardoor soms ook de smaak. (Kooijman, 2016)

Richard is van mening dat het ongestookt telen van vruchtgewassen kan lijden tot meer neusrotvorming. Bij een gestookte teelt kan de verdamping worden gestimuleerd en daarmee ook de opname van voedingsionen. Onder koele (ongestookt) omstandigheden verloopt de plantontwikkeling trager en is er meer kans op een het ontstaan van een zwak gewas. Ook het vegetatief en vooral het generatief sturen van de plant is moeilijker in een koude teelt. Een plant uit balans (te vegetatief in dit geval) heeft meer kans op neusrot dan een plant in de juiste balans. (Kooijman, 2016)

Op een substraat telen met de juiste balans aan voeding ionen (van kunstmest) en hoeveelheid water toegediend op de juiste tijd geeft een geringe kans tot neusrot. In de grond met kunstmest telen is moeilijker doordat de grond 'bindings' capaciteit heeft. Ook de Pf curve (zuigingskracht op water) van grond is heel anders dan bijv. Steenwol. Ook om de nutrienten balans correct te houden is duidelijk moeilijker. (Kooijman, 2016)

10 Discussie

De stevigheid van de celwand is bepalend of een plantencel de biotische en abiotische stress factoren kan weerstaan. Calcium en borium zijn daarin een belangrijke componenten die ervoor zorgen dat de celwand elastische en sterk is. Calcium is een element wat meegevoerd wordt met de verdampingsstroom en wordt vastgelegd in de cellen waar het wordt aangevoerd. Er vindt dus geen herverdeling plaats.

Er zijn een aantal factoren die van invloed zijn op de opname van calcium. Ten eerste de gewasverdamping die zorgt voor de opname van calcium. Daarnaast zijn de beschikbaarheid in de voedingsoplossing, cultivar eigenschappen en vruchttype van invloed op de opname. Calcium gebrek is een bekend verschijnsel in meerdere gewassen waarbij de symptomen en gevolgen vergelijkbaar zijn.

De opname van calcium is een passief proces en wordt alleen opgenomen door de jonge plantenwortels. Dit komt door de bandjes van caspari. Als de wortel verouderd dan verkurken deze cellen (bandjes van caspari) en word er geen calcium meer doorgelaten.

De overmaat aanbod van stikstof kan ertoe lijden dat de cellen verzwakken en andere elementen minder worden opgenomen. Bij tomaat zorgt een overaanbod aan stikstof voor een vegetatieve groei terwijl een verlaagd aanbod juist een generatieve groei geeft. Tussen de kationen is er bij de opname een onderlinge concurrentie dus het is van belang dat de voedingsionen in een juiste verhouding in de voedingsbodem aanwezig zijn. Ook een hogere EC zorgt ervoor dat er minder calcium wordt opgenomen. Dit is mogelijk te verklaren dat er dan o.i.v. een hoge EC er een lagere verdamping is.

Bij de verhouding K^+/Ca^{2+} is duidelijk een verband gevonden in de hoeveelheid opgenomen calcium. Als er in verhouding meer kalium wordt aangeboden dan wordt er minder calcium opgenomen en neemt het percentage neusrot ook toe. Het effect van de verhouding K^+/Ca^{2+} is beperkt op het effect van het ontstaan van neusrot (plus of min 3,5%).

Een plaatselijke zoutophoping heeft geen negatief effect op de opbrengst en opname van voedingsionen. Wel is het van belang dat er dan een aanvoer is van vers druppelwater. De watergeefstrategie is bepalend of een voedingsbodem meer of minder nat is dus ook meer of minder zuurstof bevat. Dit heeft direct effect op de vorming van het wortelgestel. Belangrijk is dat deze voldoende capaciteit heeft om de verdampende plantendelen van water te voorzien.

Voor de opname van calcium speelt het klimaat een belangrijke rol en dan vooral de VPD. Dit is de hoeveelheid water die de lucht nog kan opnemen tot de lucht voor 100% is verzadigd. Hoe hoger de VPD hoe meer de plant gaat verdampen en hoe meer calcium er wordt meegevoerd met de verdampingsstroom de plant in. Calcium wordt vooral naar de meer verdampende plantendelen getransporteerd waarbij een lagere RV zorgt voor in totaal een hogere opname van calcium. Terwijl er bij een hogere RV er in verhouding meer calcium in de vruchten zit en minder in de jonge bladeren.

Door in een onverwarmde kas tomaten en paprika's te telen kan de VPD niet actief gestuurd worden. Hierdoor zullen er dagdelen zijn dat er onder hoge RV er onvoldoende Ca^{2+} opgenomen worden. De kans op neusrotvorming neemt dan toe. Daarnaast is de worteltemperatuur ($<15^{\circ}C$) in de voornacht relatief laag wat de opname van Ca^{2+} negatief beïnvloedt. Door de teeltruimte met verwarming te

voorzien kan er beter gestuurd worden om de verdamping te stimuleren op die momenten waarop het belangrijk is de VPD te verhogen.

Calcium wordt alleen opgenomen in de jonge wortels. Dit kan verklaren dat er bij gewassen die een slecht wortelgestel hebben, bijv. door zuurstofgebrek, meer neusrot ontstaat. Er zijn dan geen of onvoldoende nieuwe wortels aanwezig die voor de Ca^{2+} opname kunnen zorgen.

Klimaatomstandigheden die een sterk effect hebben op de wisseling in de verdamping kunnen neusrot veroorzaken. Door te schermen, krijten of het gebruik van dakberegening kunnen deze extremen worden afgevlakt. Om te zorgen dat de plant niet te vegetatief groeit, is het goed mogelijk om d.m.v. bladpukken meer generatief te sturen. Bij paprika kan het verstandig zijn om een aantal vruchten rood te oogsten of bij een te hoge belasting enkele vruchten groen oogsten.

Met bladbespuitingen zijn resultaten gehaald om het percentage neusrot te reduceren. Bij calciumbespuitingen is het van belang dat de vruchten geraakt worden, immers calcium is niet mobiel in de plant. Door te spuiten met greenstim is het mogelijk om het percentage neusrot tot 15% te reduceren.

Bladbespuiting met ABA zorgt ervoor dat de huidmondjes sluiten en daardoor wordt de verdamping afgeremd met als gevolg een sterke afname van neusrot. De celdeling wordt geremd. Dit houdt in dat de nieuwe delen en vruchten minder snel ontwikkelen zodat het percentage calcium in de cellen kan toenemen. Een sterk verlaagd stikstofnivo in de voeding kan een zelfde werking hebben.

Het calciumnivo in het blad bij efficiënte of hoog productieve cultivars is lager dan inefficiënte of laag productieve cultivars. Dit verklaart dat de neusrot gevoelige cultivars nog steeds worden geteeld. Het gaat in de veredeling tenslotte om het creëren van cultivars die een hoge opbrengst genereren.

11 Conclusies en aanbevelingen

In dit verslag is uitgelegd wat neusrot is en hoe dit tot stand komt. Daarnaast zijn een aantal belangrijke omgevingsfactoren besproken die van belang zijn bij de neusrotvorming bij de vruchtgewassen tomaat en paprika. Naast deze factoren spelen ook de leeftijd van het gewas en de cultivareigenschappen een belangrijke rol.

Neusrot is een gevolg van sterke klimaatwisselingen in combinatie met een zwakke celstructuur. Omdat calcium en borium voedingselementen zijn die zorgen voor een sterke en elastische celwand is het van belang om ook voldoende calcium en borium in de vrucht te krijgen. Borium is een element dat, bij voldoende aanbod, geen problemen t.a.v. celwandstevigheid zal opleveren. Calcium is een element dat juist wel verschillende obstakels kent in de opname. Daarnaast wordt calcium vastgelegd daar waar het door de verdampingsstroom wordt gebracht. Er vindt van dit element geen herverdeling plaats. Neusrotgevoeligheid varieert tussen de verschillende rassen en vruchttypes.

Door een goede plantbalans te realiseren (verhouding blad en vruchten) zal er ook minder neusrot ontstaan. Immers bij verhouding van veel blad t.o.v. vruchten zal er eerder neusrot ontstaan doordat het blad bij watertekort vocht aan de vruchten onttrekt. Het tegenovergestelde kan ook gebeuren dat er bij een hoge worteldruk cellen in de kop van de vrucht worden stukgedrukt.

Het calcium wordt alleen door de jonge wortels opgenomen zoals in hoofdstuk 4 omschreven. Hierbij wordt het belang van een gezond wortelgestel voor de opname van calcium duidelijk. Ammonium stikstof heeft een pH verlagend effect en krijgt voorrang bij de opname van de kationen. Een overaanbod aan stikstof zorgt voor een vegetatieve groei, gezwollen cellen met zwakkere celwanden. Er is concurrentie bij de opname tussen de kationen daarom is het van belang dat deze in de juiste verhouding in de voedingsbodem aanwezig zijn, naar de verhouding K^+/Ca^{2+} is veel onderzoek gedaan en het is duidelijk dat de verhouding tussen deze elementen een belangrijke rol spelen in de opname van Ca^{2+} . In de voedingsoplossing moet het Ca^{2+} getal minimaal de helft van het K^+ getal zijn. Een te hoge EC in de voedingsoplossing verhoogt de kans op neusrotvorming. Mogelijk wordt de verdamping hierdoor geremd waardoor er minder Ca^{2+} wordt opgenomen.

Plaatselijke ophoping van voedingszouten is geen probleem voor de groei en productie. Het is wel van belang dat er voldoende opneembaar water aanwezig is en een gezond wortelgestel om voldoende Ca^{2+} te kunnen opnemen.

De rol van de klimaatfactoren en dan vooral de RV hebben invloed op de opname en verdeling van Ca^{2+} tussen de vruchten, ingesloten (jonge) bladeren en de vrij groeiende bladeren. Zowel de RV als de concentratie Ca^{2+} in de voedingsoplossing hebben effect op de opname van calcium. Bij hoge instraling afschermen van de zon kan de verdamping tot 32% doen afnemen waarbij ook een duidelijke afname van neusrot is gemeten. De worteltemperatuur heeft een optimum tussen de 15 en 22°C; buiten deze bandbreedte neemt de opname van Ca^{2+} af.

In hoofdstuk 7 worden de algemene maatregelen besproken om neusrotvorming te voorkomen. Een goede plantbalans is van belang evenals een evenwichtig klimaat. Daarnaast speelt temperatuur een belangrijke rol zowel ruimtetemperatuur als worteltemperatuur. In de vroege ochtend is het van belang om de worteldruk op nivo te hebben, dat wanneer de verdamping op gang komt, de calciumtoevoer op nivo blijft. Om het tekort aan calcium te voorkomen is het mogelijk om met bladbespuitingen met calcium uit te voeren. Het is hierbij van belang om die plantendelen goed te raken die minder verdampen, dus de vruchten en ingesloten bladeren.

In hoofdstuk 9 worden praktijkervaringen beschreven waarbij het belang van een juiste watergift en plantbalans als belangrijke factoren worden benoemd. Het voorkomen van extreem lage of hoge VPD helpt het voorkomen dat de cellen in de vruchten beschadigen in combinatie met een goede opname van calcium. Maatregelen als een wortelbehandeling met Previcur en het gebruik van minimumbuis om de verdamping te stimuleren worden genoemd als ook de sink-source balans.

Aanbevelingen

De opname van de kationen wordt mede bepaald doordat ze elkaar onderling beïnvloeden. Het is daarom belangrijk dat ze in de juiste verhouding in de voedingsbodem aanwezig zijn. De verhouding K^+/Ca^{2+} moet goed zijn om te zorgen dat er voldoende calcium opgenomen wordt door de plant.

- Voor het voedingsschema van BBS 2015 moet de K^+/Ca^{2+} verhouding worden aangepast. Omdat de gewassen ongestookt gemakkelijk vegetatief groeien, is het aannemelijk dat het stikstofnivo verder kan worden verlaagd.
- Om de planten in een vroeg stadium meer in balans te krijgen moet de vegetatieve groei worden afgeremd. Deze plantbalans kan bereikt worden door dit regelmatig te monitoren en zo nodig een blaadje te plukken.
- Door te zorgen dat de planten c.q. vruchten niet te snel ontwikkelen, waardoor de calciumopname achterblijft, moet hoge temperatuur worden vermeden.
- Om de vochtspanning in de namiddag op nivo te houden is het van belang om hier in de klimaatregeling rekening mee te houden. Dit betekent bij een afnemende instraling de luchting knijpen om vocht te sparen, hierbij wel opletten dat de temperatuur niet gaat oplopen. Op dagen met een hoge instraling moet men een beurtje geven in de voornacht. Dit om de opname van calcium naar de minder verdampende plantendelen te transporteren.
- Het is raadzaam om in een proefopzet het reguleren van de plantbalans, door middel van bladpukken, het effect op de neusrot vorming bij tomaat en paprika te onderzoeken. Door een juiste verhouding vruchten en bladeren zal er bij een wisseling VPD minder onder- en overdruk ontstaan in de vruchten. Dit moet er dan toe lijden dat er minder neusrot ontstaat.
- In alle fases van de teelt bij BBS lijkt het goed mogelijk om het stikstofnivo verder te verlagen. Dit zorgt voor een rustigere groei met stevige celwanden. De gewassen zullen meer generatief groeien wat de plantbalans ten goede komt. In een proefopzet kan hier een ondergrens in bepaald worden. Het gaat hier niet om een zo hoog mogelijke kilogram opbrengst maar om een goede vrucht met gezond zaad te telen.
- Door te investeren in een stookinstallatie kan de VPD gestuurd worden. Hiermee kan er op bepaalde momenten in het etmaal actief de calcium opname bevorderd worden. Door te stoken wordt de opname van calcium bevorderd en zal er een steviger gezondere plant groeien. Daarnaast is het voor de paprika mogelijk om de vorming van knopen te voorkomen.
- Door het investeren in een open geweven schermdoek om de hoge instraling af te schermen worden de planten beter beschermd en zal er minder neusrot ontstaan.

12 Bibliografie

BBS. (2014). Heerhugowaard, Noord Holland, Nederland.

Adams. (1992). *The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity*. Hort science.

Adams et al., H. L. (1995). *Differential effects of salinity and humidity on the growth and CA status of tomato and cucumber in hydroponic culture*. acta Horti. 401.

Adams et al., H. R. (1990). *Moves on Humidity Grower 113*. Horticulture Now HN.

Adams et al., Ho LC. (1993). *Effect of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and the incidence of blossom- end rot*. Plant Soil 154.

Adams. (1988). *Some affects of root temperature on the growth and calcium status of tomatoes*. Acta HHorticulturae.

Ashraf et al., M. F. (2007, maart). *Science Direct*. Opgehaald van Environmental and Experimental Botany: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847206000268>

Bastias et al., A.-I. B.-B. (2010). *Interactions between salinity and boron toxicity in tomato plants involve apoplastic calcium*. Journal of Plant Physiology.

BBS, v. K. (2016). ervaringen met de teelt van tomat en paprika in nederland. (a. v. Burg, Interviewer)

Benoit et al., C. (2001). *Impact of cooling on blossom-end rot in soilless paprika*. Acta Horticulturae.

Berkel, N. v. (1981). *Three physiological disorders in glasshouse cultivation*. Acta Horticulturae.

Biobest. (2016, maart 22). Opgehaald van http://www.biobestgroup.com/public/uploads/linkedfile/f55759dfbda6f28.43498697_Greenstim_NL.pdf

Boersma, J. w. (2016, april 05). neusrot vorming in tomaat. (A. v. Burg, Interviewer)

Boon, J. v. (1971). *Invloed van tijdelijke droogte op de minerale samenstelling van blad en vrucht en op het optreden van fysiogene ziekten bij tomaat in afhankelijkheid van de kalium- en calciumvoeding*. Haren: instituut voor bodemvruchtbaarheid.

Borkowski. (1984). *Study on the calcium uptake dynamic by tomato fruits and blossom-end rot control*. Acta Horticulturae.

Chart, M. (2016, maart 15). *Nutriag*. Opgehaald van Nutriag innovators in the field: <http://www.nutriag.com/article/mulderschart>

CindyB. (2015, juli 30). Opgehaald van moestuinforum: <http://www.moestuinforum.nl/wie-weet-wat-dit-is-op-mijn-paprika-s-t18482.html>

Cockshull et al., H. a. (1988). *The effect of humidity and nutrition on the development of calcium deficiency in tomato leaves*. in: Cockshull K E (ed) *The effect of humidity on plant growth in energy-saving greenhouses*. Dir. Gen. Agric. Report no. CEC-EUR-11261.

Cosgrove. (2005). *Growth of the plant cell wall*. nature reviews molecular cell biology.

de Biobazaar. (2016, mei 10). Opgehaald van de biobazaar: http://www.biobazaar.info/documenten_osmose.html

- de Zwart et al., E. J. (2004). *Kaskoeling en aquiferlading door middel van dakbevoelingsstelsel*. Wageningen: Agrotechnology and Food Innovations b.v.
- Dieleman et al., A. d. (2012). *Temperatuurstrategieën in geconditioneerde kassen*. Wageningen: Wageningen UR Glastuinbouw.
- Dieleman, A. (2008). *Effecten van Luchtvochtigheid op groei en ontwikkeling van tomaat*. Wageningen: Wageningen UR Glastuinbouw.
- English. (1982). *Water-soluble calcium in Ca-efficient and Ca- inefficient tomato strains*. Hortscience.
- English et al., B. (1987). *Ion interactions in calciuminefficient and calcium- inefficient tomato lines*. plant Nutrition 10.
- enzazaden. (2016, maart 14). *enzazaden.nl*. Opgehaald van The power of teamwork: http://www.enzazaden.nl/growerservices/tips/savantas_week_22_2008.aspx
- eurofins agro. (2014, april 07). *te weinig plantbeschikbare calcium in de bodem*. Opgehaald van eurofins agro Laboratories: <http://blgg.agroxpertus.nl/expertise/bemesting/artikelen/te-weinig-plantbeschikbare-calcium-de-bodem>
- Geraldson. (1957). *Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper*. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 21.
- Helm, v. d. (2012). *Droge buitenluchttoevoeren bij alstroemeria*.
- Heuvelink et al. (2009). Veel fysiogene problemen ontstaan door verkeerde calciumverdeling. *onder glas*, 14-15.
- Heuvelink et al., Kierkels. (2009). Veel fysiogene problemen ontstaan door verkeerde calciumverdeling. *onder glas*, 14-15.
- Heuvelink et al., K. (2010). plantkunde Onder glas.
- Heuvelink et al., Tijs Kierkels. (2004). Sturing calcium gecompliceerde zaak. *onder glas*, 12-13.
- Ho et al., L. ,. (1989). Calcium deficiency - a matter of inadequate transport to rapidly growing organs. In *Plant Today 2* (pp. 202-207).
- horticoop. (2016, april 26). Opgehaald van <http://www.horticoop.nl/calsal-vlb-1-50kg-ltr-substrafeed-bulk>
- IJdo et al., J. W. (2011). *Bladrandjes en Ca bij tomaat*. Wageningen: Productschap tuinbouw.
- IJdo et al., J. Z. (2011). *Bladrandjes en Ca bij tomaat*. Bleiswijk: Productschap tuinbouw. Opgehaald van <http://www.nutriag.com/article/mulderschart>
- Kierkels et al., H. (2012). *Plant Physiology in Greenhouses*. Horti-Text bv.
- Kok, L. d. (2008, december 23). *GF actueel*. Opgehaald van groeten & fruit: <http://www.gfactueel.nl/Home/Achtergrond/2006/9/Herfstteelt-zonder-neusrot-al-half-geslaagd-GFA125277W/>
- Kooijman. (2016, april 28). Senior Production Manager by Eric Wall Ltd. (A. v. Burg, Interviewer)
- Kreij. (1996). *Nitraat/chloride verhouding en groen/rood oogsten bij paprika*. Naaldwijk: PBG Naaldwijk.

- Kreij, C. d. (1996). *Interactief effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient contents of tomato*. J. Plant Nutr.
- Lorenzo et al., S.-G. M. (2003). *External mobile shading*. Andalucia Spain: improvement of Water Use Efficiency in Protected Crops.
- Proefstation Noord Limburg. (1986). *Neusrotbestrijding*. Jaarverslag 1986.
- redactie GF Actueel. (2008, december 23). *Groeten & fruit*. Opgehaald van gfactueel.nl:
<http://www.gfactueel.nl/Home/Achtergrond/2006/9/Herfstteelt-zonder-neusrot-al-half-geslaagd-GFA125277W/>
- roos. (2015, augustus 17). *mirjamroos moestuin*. Opgehaald van
http://mirjamroos.blogspot.nl/2012_08_01_archive.html
- Saint-Gobain Cultilene b.v., Remie van de Maat. (2016). Tomatoes Blossom End Rot (BER) on lower trusses after planting in high light. Tilburg, Limburg, Nederland: Cultilene a Saint-Gobain Company.
- Sergio Tonetto de Freitas et al., K. A. (2011, januari 31). *oxford journals*. Opgehaald van Journal of Experimental Botany: <http://jxb.oxfordjournals.org/content/62/8/2645.full?sid=6567dad3-3567-4921-8e15-7a626a62ce33>
- Shear. (1975). *Calcium-related disorders of fruits and vegetables*. hortscience 10.
- Smiths. (2016, maart 22). *NovaCropControl Gespecialiseerd in plantesappen - Nieuws - Wil je topsporter of een obesitas plant*. Opgehaald van NovaCropControl:
<http://www.novacropcontrol.nl/nl/nieuws/22/11-03-2015-wil-je-een-topsporter-of-een-obesitas-plant>
- Sonneveld. (1983). *Lettuce tipburn as related to the cation contents of different plant parts*.
- Sonneveld. (2000). *Effect of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture*. Wageningen: Wageningen universiteit.
- Sonneveld et al., V. B. (1975). *specifiek ion effecten bij tuinbouwgewassen*. Naaldwijk: proefstation voor de Groenten en Fruitteelt onder Glas.
- Sonneveld et al., W. (2005). *Cation concentrations of plant tissues of fruit-vegetable crops as affected by the EC of the external nutrient solution and humidity. Proceedings of the International Society on Soilless Cultivation and Hydroponics*. Acta Horticulturae 697: 377-382.
- Sonneveld et al., W. V. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. DOI 10.1007/978-90-481-2532-6_9, Springer Science+Business Media B.V.
- Staalduinen, v. (2016). Osmose rwegulator maakt tomaten werbaarder tegen stresssituaties. *Onder Glas*, 38-39.
- studiobiologie. (2016, april 03). Opgehaald van opname van water en mineralen:
<http://www.studiobiologie.nl/2efase/hoofdstuk8/80213.swf>
- Teyerman et al., N. C. (2002). *Plant aquaporins: multifunctional water and solute channels with expanding roles*.
- van Dam et al., A. v. (2006). *Bladkiep in tulp door calciumgebrek*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

- van der Helm et al., C. L. (2013). *Bemesting Alstoemeria*. Wageningen: Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek.
- Van hassel et al., P. B.-C. (2014, juni 13). Strategie tegen rand . *Groeten en glas*; <http://edepot.wur.nl/308646>, pp. 52-53.
- van Kleef, Bakker Brothers Seeds bv. (2015). *foto neusrot*. Heerhugowaard, Noord Holland, Nederland.
- Van Marwijk et al., J. Z. (2010). *Inzicht in-en optimaliseren van de wortelfunctie bij glasgroenten*. Wageningen: DLV plant.
- Vanhassel et al., P. B.-C. (2014). Strategie tegen rand. *Boerenbond. Managment & techniek*, 52-53.
- Verberne Chris, DLV plant. (2010). paprika neusrot. *Groenten& fruit*.
- voogt. (2003). *Nutrient management in soil and soiless culture in The Netherlands*. The International Fertilisier Society.
- Voogt et al., C. S. (2004). *Interactions between nitrate (NO₃) and chloride (CL) in nutrient solutions for substrate grown tomato*. Acta Hort.
- Voogt et al., I. M. (2013). *Bladrandjes bij tomaat, oorzaak en remedie*. Wagenignen: Wageningen UR.
- Voogt, W. (1990). Hogere cocentraties bij gelijke EC geen probleem. *groeten en fruit*, 45(38) 44-45.
- Weel, P. v. (2009). met daksproeiers is temperatuur in de kas tot 11C te verlagen. *onder glas*, 84-85.
- Wiersum. (1979). *Ca-content of the phloem sap in relation to Ca-status of the plant*. Acta Botanica Neerlandica- 28.
- Winkel et al., C. K. (2002). *Efficient benutten van stikstof en fosfor en wel/niet recirculeren bij tomaat*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving b.v.
- Yara. (2016, april 26). Opgehaald van <http://www.yara.nl/gewas-voeding/producten/yaraliva/1240-yaraliva-calcinit/>