

Systeeminnovatie t.b.v. teeltduurverlenging tomaat

**Gefinancierd via Productschap Tuinbouw
13193**

augustus 2010



Ing. J.R. Sanders

***Proeftuin Zwaagdijk
Tolweg 13
1681 ND Zwaagdijk-Oost
Telephone (0228) 56 31 64
Fax (0228) 56 30 29
E-mail: proeftuin@proeftuinzwaagdijk.nl***

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Introductie	7
2. Herbeworteling	8
3. Wortelwiel.....	10
3.1 Algemeen	10
3.2 Techniek.....	11
3.2.1 Aanplant.....	11
3.2.2 Weggroei.....	12
3.2.3 Teelt.....	13
4. Vitalplant-systeem	14
4.1 Algemeen	14
4.2 Techniek.....	14
4.2.1 Aanplant.....	14
4.2.2 Teelthandelingen	15
5. Traditionele teelt	17
6. Proefopzet	18
6.1 Kasindeling.....	18
6.2 Belichting en klimaat.....	19
6.3 Rassenproef.....	19
6.4 Ziektemanagement	20
6.4.1 Wortels.....	20
6.4.2 Bovengronds	21
7. Arbeidsbesparing door technische aanpassingen.....	22
7.1 Vitalplant-systeem.....	22
7.1.1 Probleemstelling.....	22
7.1.2 Concept systemen.....	22
7.2 Wortelwiel.....	24
7.2.1 Probleemstelling.....	24
7.2.2 Aanpassingen	24
8. Registraties	25
9. Resultaten	27
9.1 Algemene metingen	27
9.2 Algemene plantkwaliteit	28
9.3 Rassenproef.....	28
9.3.1 Wortelwiel.....	29
9.3.2 Vitalplant-systeem.....	30

9.4 Ziekte management.....	30
9.5 Arbeidsbesparing	31
10. Discussie	32
11. Conclusies.....	34

Samenvatting

In het doorlopende teeltseizoen van 2008/2009 en 2009/2010 zijn er twee innovatieve teeltsystemen op tomaat beproefd. Zowel het **Vitalplant-systeem** van Horticoop en het door J&F Innovations B.V. ontwikkelde **Wortelwiel** beogen een continue verjonging van de plant.

Het uitgevoerde project heeft de titel 'Systeeminnovatie t.b.v. teeltduurverlenging in tomaat' gekregen en is gefinancierd via het Productschap Tuinbouw.

De doelstelling van deze proef was het vaststellen of beide teeltsystemen kunnen worden toegepast in de teelt van tomaat. Er is zowel gekeken naar de teelttechnische mogelijkheden van de systemen als de eventuele te realiseren arbeidsbesparing.

Het project is uitgevoerd op de Demokwekerij door Proeftuin Zwaagdijk onder onderzoeksnummer G08162 en heeft bij PT projectnummer 13193.

Op basis van de teeltermingen en meetresultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Vitalplant-systeem

- Telen op het Vitalplant-systeem is mogelijk. Ook na een periode van twee jaar stonden er nog productieve tomatenplanten in het systeem.
- Op basis van de resultaten van deze proef kan worden geconcludeerd dat de totale productie met het Vitalplant-systeem lager ligt dan op een traditionele teelt.
- Het inklitten van wortels in de mistkamer dient te worden voorkomen. Wortels worden beschadigd bij het lostrekken, waardoor o.a. deze gaan rotten en de pH van het drainwater te snel daalt.
- De frequentie van het ontstaan van verstoppingen in sproeidoppen en filters is te hoog.
- Met betrekking tot arbeidbesparing en minder negatieve plantreacties is het telen op een doortreksysteem positief t.o.v. de oude ophangmethode met V-haken.
- Het laten indrogen van wortels en stengeluiteinde zorgden voor een lagere stressreactie van de plant.
- Horizontaal ophangen van de stengel geeft makkelijker wortels. Hoe korter de onderstengel, hoe meer wortels gevormd werden.
- Een groot voordeel van het Vital-systeem is de snelle herstel periode van het gewas (binnen een week). Dit was helaas vaak nodig, omdat het systeem gevoelig bleek voor tegenslagen.
- Binnen het systeem zijn er weinig problemen geweest met plantpathogene bodemschimmels,
- De ingebracht *Trichoderma harzianum* koloniseert de wortel in ruime mate.
- De verschillen in mate van wortelvorming tussen de beproefde rassen waren gering.

Wortelwiel

- Telen op het Wortelwiel is mogelijk. Ook na een periode van twee jaar stonden er nog productieve tomatenplanten in het systeem.
- Op basis van de resultaten van deze proef kan worden geconcludeerd dat de totale productie met het Wortelwiel lager ligt dan op een traditionele teelt.

- Het laten indrogen van wortels en stengeluiteinde zorgde voor een lagere stressreactie van de plant.
- Een hogere pF-waarde betekent een homogenere wortelvorming op de stengel.
- Met een hogere pF-waarde van het foam kan de frequentie van het aantal voedingsbeurten worden verlaagd.
- Binnen het systeem zijn er weinig problemen geweest met plantpathogene bodemschimmels.
- *Trichoderma* koloniseert de wortels.
- De verschillen in mate van wortelvorming tussen de beproefde rassen waren gering

Traditioneel

- Het tussenplanten van tomaten is een methode waarmee aanzienlijke tijdswinst kan worden behaald. De methode is echter zeer arbeidsintensief en wordt dan ook in de praktijk niet meer toegepast.
- Bij het teelten op steenwol werd de hoogste productie gehaald. Ook was het gemiddeld vruchtgewicht en de algemene vruchtkwaliteit het hoogst op het traditionele teeltsysteem.
- De stengellengte verkorten door een gedeelte van de stengel te laten wortelen in in een steenwol mat is geen succes in een onbelichte winterperiode.

1. Introductie

De concurrentiekracht van Nederlandse glastuinbouw wordt voor een groot deel bepaald door haar innoverend vermogen. In deze sector worden continu nieuwe systemen en producten ontwikkeld waarmee de productie stijgt en kosten worden verlaagd.

Aan de opbrengstkant wordt de groei in de teelt van tomaat o.a. beperkt door het feit dat men elk jaar of zelfs meerdere keren per jaar van teelt moet wisselen; planten worden te groot en te oud om optimaal te kunnen produceren. Omdat het enkele maanden duurt voordat de nieuwe planten in (volle) productie zijn wordt niet optimaal gebruik gemaakt van de potentiële productiemogelijkheden van de kas.

Aan de kostenkant vormt arbeid een belangrijk punt van aandacht. Automatisering van gewas- en oogstwerkzaamheden bieden goede mogelijkheden te besparen op deze kostenpost.

Bovendien kan de automatisering voor verbetering van de arbeidsomstandigheden zorgen en daarmee de aantrekkelijkheid van de glastuinbouw als werkgever verbeteren.

In het doorlopende teeltseizoen van 2008/2009 en 2009/2010 zijn er twee innovatieve teeltsystemen beproefd die een positieve bijdrage zouden kunnen leveren aan het oplossen van bovengenoemde knelpunten. Dit zijn het **Vitalplant-systeem** van Horticoop en het door J&F Innovations B.V. ontwikkelde **Wortelwiel**. Beide teeltsystemen beogen een continue verjonging van de plant.

De basis van deze verjonging ligt in de vorming van adventieve wortels op onderste stengeldelen. Door de aanmaak van deze ‘nieuwe’ wortels, kunnen oude wortels en stengeldelen worden verwijderd. Er kan door dit verwijderen een vaste stengellengte worden gerealiseerd, waardoor in theorie tomatenplanten langer dan één teeltseizoen kunnen doorproduceren.

Het uitgevoerde project heeft de titel ‘Systeeminnovatie t.b.v. teeltduurverlenging in tomaat’ gekregen en is gefinancierd via het Productschap Tuinbouw.

De doelstelling van deze proef was het vaststellen of beide teeltsystemen kunnen worden gebruikt in de teelt van tomaat. Er is zowel gekeken naar de teelttechnische mogelijkheden van de systemen als de eventuele te realiseren arbeidsbesparing die telen op deze systemen kan mogelijk maken.

Het project ‘Systeeminnovatie t.b.v. teeltduurverlenging in tomaat’ is begeleid/ondersteund door de Begeleidingscommissie tomaat (BCO). Ook is er in de eerste fase van de teelt gebruikgemaakt van een onafhankelijke teeltadviseur Tomaat (Jan Peters).

Het project is uitgevoerd op de Demokwekerij door Proeftuin Zwaagdijk onder onderzoeksnummer G08162 en heeft bij PT projectnummer 13193.

2. Herbeworteling

De basis voor zowel het Wortelwiel als voor het Vitalplant-systeem is de continue aanmaak van nieuwe wortels op de onderste stengeldelen. De aanmaak van deze bijwortels of ook wel adventieve wortels genoemd wordt o.a. gestimuleerd door Auxine. Dit hormoon wordt voornamelijk gevormd in groeitoppen van stengels, zaden van vruchten, bladeren en bloemen en zorgt o.a. voor de wortelinductie op stengeldelen.

Een andere bekend effect van auxine is de apicale dominantie. Door de aanwezigheid van hoge concentraties auxine in de bovenste groeitop wordt de vorming van scheuten in lager gelegen plantdelen geremd. Ook speelt auxine een belangrijke rol bij de bloemaanleg en de uitgroei van vruchten (grofheid; bij tomaat).



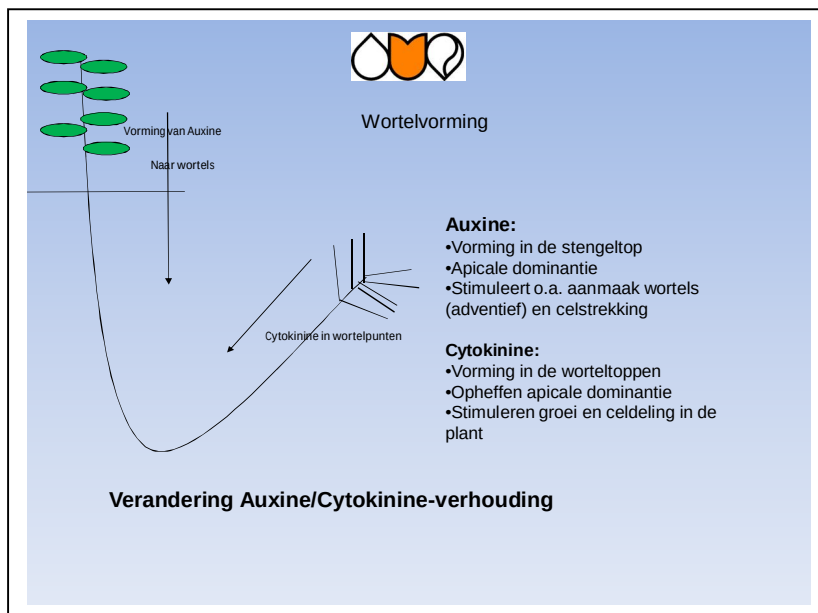
Figuur1 Bijwortels gevormd in het foam op het wortelwiel

Naast auxine spelen ook cytokininen een belangrijke rol bij de vorming van wortels. Over het algemeen kan worden aangenomen dat cytokininen een remmende invloed hebben op de vorming van wortels.

Cytokininen zijn planthormonen die vooral in de actief groeiende wortelpunten worden gevormd en via het xyleem naar bovengrondse plantdelen worden getransporteerd (transpiratiestroom). Deze hormonen bevorderen de celdeling van gedifferentieerde cellen. Omdat het transport van cytokinine afhankelijk is van de activiteit van de wortels kan het fungeren als een boodschapper voor signalen uit het wortelmilieu. Bijvoorbeeld lage zuurstofwaarden of lage temperaturen kunnen er voor zorgen dat het transport van Cytokinine wordt geremd, waardoor de bovengrondse ontwikkeling van de spruit wordt geremd.

Door het wegnippen van 'oude' wortels zal in theorie de verhouding auxine/cytokinine in vooral lager gelegen plantdelen toenemen. Dit zal de aanmaak van adventieve wortels op deze delen stimuleren. Bekend is ook dat het aanbrengen van wonden en/of verzwakking van de buitenste cellagen de auxinehuishouding kan beïnvloeden, waardoor bij-wortelaanleg wordt geïnitieerd. Bij de teelt van tomaat is dit effect o.a. zichtbaar wanneer er wonden (lesies) aanwezig zijn veroorzaakt door aantasting met *Botrytis cinerea*.

Bij de in dit verslag beschreven teeltsystemen voor het gewas tomaat, Vitalplant en Wortelwiel, wordt gebruikt gemaakt van deze verandering in verhouding auxine en cytokinine. In een vaste frequentie worden bij deze systemen zowel wortels als onderste stengeldelen verwijderd. De cytokinine productie neemt hierdoor tijdelijk af, waardoor het naar beneden getransporteerde auxineniveau toeneemt. Dit zal de vorming van adventieve wortels op lager gelegen plantdelen doen bevorderen.



Figuur 2 Verandering Auxine / cytokinine-verhouding bij het Vitalplant-systeem

3. Wortelwiel

3.1 Algemeen

Het Wortelwiel is in 2007 bedacht en ontwikkeld door Fred van Zeijl van J&F Innovation B.V. uit Poeldijk. Dit bedrijf richt zich op producten die de concurrentiekracht van Nederlandse glastuinbouwbedrijven helpen vergroten. J&F Innovations B.V. is o.a. bekend van de plantspiraal (Hortitwist). Daarnaast is Fred van Zeijl tomatenteler (pruimtomaat).

Met het Wortelwiel kan in theorie een meerjarige teeltduur worden gerealiseerd. De basis van het systeem is de aanmaak van nieuwe wortels op de stengel. Deze aanmaak wordt gestimuleerd door het verwijderen van onderste stengel- worteldelen uit het teeltsysteem. Het in hoofdstuk 2 beschreven effect van adventieve wortelvorming beïnvloed door een veranderde auxine/cytokinine verhouding, wordt in het wortelwiel dus toegepast. In een cirkelvorm (wiel) wordt de onderste stengellengte vastgeklemd in een vochtvasthoudend substraat. In dit substraat worden o.a. onder invloed van een vochtigmilieu wortels gevormd op de stengel. Aan de stengelbasis, op ongeveer 320 graden van het wiel, wordt wekelijks een bepaalde stengellengte inclusief wortels verwijderd. Deze stengellengte komt overeen met de wekelijkse lengtegroei van de stengel. Gemiddeld in een teeltseizoen wordt er 20 cm stengelgroei per week gerealiseerd. Door het wekelijks verwijderen van een vaste lengte en het weer bijgroeien van deze lengte, kan er een vaste stengellengte worden aangehouden.

Het beproefde wortelwiel is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

1. Plastic frame (kabelgoot)
2. Substraat van foam geleverd door Bas van Buren. Dit wordt vastgeklemd over de gehele lengte van het wiel.
3. Twee 1,2 liter druppelaars geplaatst aan de bovenkant van het wiel op 20 en 340 graden.
4. Stalen ophangbeugel (voor twee wielen)
5. Pelikaanhaak met 2 clips



Figuur 3 Wortelwiel zonder gewas

3.2 Techniek

3.2.1 Aanplant

Planten worden gepoot in het substraat aan de bovenkant van het wiel op 20 graden. Bij het jonge plantje worden direct twee druppelaars geplaatst.

Planten zijn in de eerste fase van de proef opgekweekt bij de plantenkweker in 'sigaarpluggen'. Deze pluggen bestaan uit steenwol vlokken die zijn vastgeklemd door een watten filterpapier. De plug heeft een dwarsdoorsnede van 5 cm en een lengte van 12,5 cm. Er is gekozen voor dit type plug omdat deze direct in de gleuf van het foam te plaatsen is. Belangrijk is dat de plug goed is bevochtigd voordat deze in het foam wordt vastgeklemd. Bij de plantenkweker (Beekenkamp) zijn de toegepaste tomatenplanten direct gezaaid in deze pluggen. Omdat er geen goede tray was om de pluggen in vast te zetten tijdens de opkweek is gekozen om deze te plaatsen in 15 cm containers (totaal 5 pluggen per container). Planten hebben tijdens de opkweek bovendoor water gekregen met een standaard voedingsschema van de plantenkweker. De planten waren bij levering nog relatief kort (2 weken oud). Langer konden deze echter niet bij de kweker blijven omdat de kweker het substraat niet meer goed kon bevochtigen en er twijfels waren over behoud van de kwaliteit tijdens transport.



Figuur 4 Zailingen in sigaarpluggen



Figuur 5. Jonge planten in het wortelwiel
(week 6, 2008)

In latere fasen van de proef is gekozen voor een standaard opkweek in steenwol blokken (10/10 cm). Deze blokken zijn op de proeflocatie op maat gesneden waarna ze direct in het foam konden worden gepoot. De opkweek in steenwol blokken t.o.v. van de opkweek in de sigaarpluggen heeft de voorkeur. Planten kunnen langer bij de plantenkweker worden opgekweekt, waardoor deze uiteindelijk makkelijker weggroeien in het wiel.

Gedurende de gehele proefperiode is bij het Wortelwiel een plantdichtheid van 3,5 stengels per m² aangehouden. Per beugel hingen er twee wielen naast elkaar, waarbij zowel aan de rechterkant als de linkerkant van de goot een plant werd gepoot.

Variëren in stengeldichtheden gedurende de teelt is bij het Wortelwiel vrijwel niet mogelijk.

In de eerste fase van de teelt is een standaard startschema voor tomaat toegepast. Een EC van 3,7 is hierbij aangehouden. Later in de teelt is deze waarde verlaagd naar een gemiddelde EC van 3,0. De frequentie van het aantal voedingsbeurten was in de opkweekfase hoog. Zowel het foam als het bewortelde steenwol moest een relatief hoog vochtgehalte hebben. Er werd in de eerste fase van de teelt dan ook een drainpercentage gerealiseerd van gemiddeld 80%. Later werd dit percentage teruggebracht naar een gemiddelde van 45%. Afhankelijk van de

instraling en de stand van het gewas is een minimale frequentie van 1 nachtbeurt per etmaal aangehouden.

3.2.2 Weggroei

Belangrijk is dat er snel in het foam wortels worden aangemaakt. Op deze manier kan het foam het vocht goed vasthouden. Pas na beworteling in het foam en wanneer de plant een lengte van ongeveer 25 cm heeft bereikt kan destengel enkele centimeters in het nieuwe foam worden geklemd. Dit wordt wekelijks uitgevoerd door het wiel een klein stukje naar beneden te draaien.

Planten werden in de eerste fase van de teelt vastgezet aan gewasdraad (touw). Wekelijks werden de planten via de standaard methode ingedraaid en werden de trossen gesnoeid. Vanaf het moment dat de kop van de plant de maximale lengte van 30 cm onder de gewasdraad had bereikt werd de stengel wekelijks 15 centimeter gezakt. Pas wanneer de stengel in het foam was geplaatst werd deze vastgeklemd aan een pelikaan haak doormiddel van twee clips. Later in het project (bij de rassenproef) is besloten om de stengel al eerder in het foam te gaan draaien. Toen is bij de 3^{de} tros op het moment dat er 10 bladeren waren gevormd gestart met het indraaien in het foam in een verhouding van 20 cm zakken en 10 cm indraaien.

Het belangrijkste moment in de weggroei-fase is het afknippen van de oorspronkelijke plug. De plant kan deze handeling alleen goed opvangen als er voldoende wortels zijn aangemaakt op de stengel in het foam. Maar ook bij voldoende wortels zal de plant verwelking van het blad laten zien en kunnen er op dat moment afwijkingen plaatsvinden in de zetting.

Om de verwelkingverschijnselen iets te kunnen verminderen werd het afknippen van de plug laat op de dag of op een moment met een lage instraling en een relatief laag vochtdeficiet (VD) uitgevoerd.

3.2.3 Teelt

De hoofdstengel wordt vastgeklemd in de midden gleuf van het foam. Om te voorkomen dat de stengel niet goed bleef vastzitten werd deze vastgezet met 2 tyrips per wiel. Vooral op het punt waarbij de stengel uit het substraat steekt zit er relatief veel spanning op de stengel, waardoor deze er makkelijk uit kan 'schieten'. De tyrips werden over de gehele breedte van het frame inclusief het substraat vastgezet.

De stengel komt op 320 graden het wiel in en zit in de totale lengte van het wiel vast in het substraat. Net boven het punt waar de stengel het substraat in gaat komt het uiteinde van de stengel er uit. Het oudste gedeelte van de stengel steekt gemiddeld 20cm uit het wiel. Wekelijks werd dit gedeelte afgeknipt waarbij er weer een nieuwe 20 cm uit het wiel wordt getrokken. Er werd bewust voor gekozen om dit gedeelte van de stengel niet direct bij de output van het wiel weg te knippen. Door het oudste gedeelte van de stengel inclusief wortels langzaam te laten indrogen reageerde de plant beter op het 'wegknippen' van de stengel en wortels.

Een groot verschil met de traditionele tomatenteelt is dat er met het wortelwiel een vaste stengellengte van ongeveer 5 meter wordt aangehouden. De koppen van de stengels werden vastgezet aan pelikaanhaken met twee clips.

4. Vitalplant-systeem

4.1 Algemeen

Het door Horticoop gepatenteerde Vitalplant-systeem is een teeltmethode dat al langer in ontwikkeling is dan het Wortelwiel. Ook in dit systeem dienen adventieve wortels te worden gevormd op onderste stengeldelen om de gewenste teelttechniek te kunnen toepassen. In het Vitalplant-systeem wordt geen vast substraat toegepast maar worden de onderste stengeldelen constant beneveld in een donkere afgesloten ruimte; ook wel mistkamer genoemd. De methode is in de praktijk beproefd bij kwekerij Wim Tas in Zevenhuizen en bij kwekerij Agrocare in Rilland.

De planten hangen met de onderste halve stengellengte in een met plastic folie afgesloten ruimte. De ruimte is opgebouwd uit een 20 cm brede teeltgoot waarbij aan beide zijde wit plastic folie is bevestigd. De hoofdstengel gaat aan de rechte kant langs de teeltgoot de ruimte in en wordt aan de linkerkant aan de teeltgoot bevestigd.

Onder de teeltgoot is een sproeileiding bevestigd waaraan om de 75 cm sproeidoppen zijn bevestigd. Deze doppen zijn zo opgesteld dat er een volledige besproeiing wordt gerealiseerd binnen in de ruimte. Het gehele onderste stengelgedeelte en wortels worden hierdoor beneveld. Over de teeltgoot heen zijn om elke meter beugels geplaatst waaraan het folie met een PVC-pijp is bevestigd. Het folie kan op deze manier makkelijk van de goot worden losgemaakt tijdens bijvoorbeeld gewaswerkzaamheden en metingen.

Onderin de afgesloten ruimte is een draingoot geplaatst waarin het niet opgenomen 'drainwater' wordt opgevangen en wordt afgevoerd naar een draintank. In de retourleiding worden de pH en EC gemeten. Via een voedingstank waarin de voedingsoplossing met vloeibare meststoffen wordt aangemaakt wordt het volume water binnen het teeltsysteem op niveau gehouden. De geconcentreerde voedingsoplossing wordt aangemaakt in een A en B vat. De voedingsunit is achter in de onderzoeksafdeling geplaatst.

Later in de teelt is er een warmte-element in de draintank geplaatst. Met dit element kon een vaste temperatuur van 18°C worden gerealiseerd.



Figuur 6 Vitalplant-systeem met folie eraf.



Figuur 7 Wortelvorming op de jonge aanplant

4.2 Techniek

4.2.1 Aanplant

De planten waren opgekweekt in sigaarpluggen. Deze zijn voordat ze in het systeem werden geplaatst bevochtigd. De pluggen werden via een paprikaclip direct aan de gewasdraden die van bovenaf in de goot hingen bevestigd. De pluggen hingen dus los aan een gewasdraad. Doorcontinu bevochtigen van de plug in de mistkamer werden er relatief snel wortels aangemaakt.

Er werd gestreefd naar een start-EC van het voedingswater van 5. Later in de teelt werd deze teruggebracht naar een Ec van 3. Bij een te lage EC tot tros 5 kan de plant namelijk te gemakkelijk vocht opnemen. De plant kan hierdoor ongewenst te 'vet' worden en daardoor uit groeibalans raken.

De plant maakte in de eerste fase van de teelt snel wortels aan die binnen 14 dagen tot in de draingoot konden hangen. Dit werd voorkomen door de wortelpruiken te knippen tot max. 35 cm. Bij het hangen van de wortelpruiken in de draingoot ontstaat verklitting van de wortels. Dit zal o.a. leiden tot verstoppingen van de afvoer. Ook kunnen de wortels dan direct vrij-water opnemen. Dit zal het eerder beschreven vet worden van de plant bevorderen. Ook zal de plant minder snel overgaan tot het vormen van adventieve wortels op de stengel.

Voor het slagen van de teelt op een Vitalplant-systeem is het essentieel dat snel bijwortels worden gevormd op de stengel. Uiteindelijk moet namelijk de oorspronkelijke plug van de hoofdstengel worden afgeknipt. Dit wegnippen veroorzaakt te allen tijde extreme verwelkingverschijnselen (zie wortelwiel), waardoor er o.a. groeiremmingen optreden en de zetting en vruchtkwaliteit negatief wordt beïnvloed. Hoe meer wortels het afknippen kunnen 'opvangen' hoe korter de verwelkingperiode zal aanhouden.

Later in het project, bij de aanplant van de rassenproef, is ervoor gekozen om de planten op te kweken in steenwolblokken in plaats van in sigaarpluggen.. De blokken zijn direct voor het poten afgesneden en de plant is hierbij onder het 3^{de} bladoksel aan de gewasdraad is bevestigd. Het grote voordeel van de opkweek in steenwolblokken is dat de planten langer bij de plantenkweker konden staan daardoor groter waren en makkelijker weggroeiden.

Bij aanvang van de proef is een gemiddelde plantdichtheid van 3,5 stengels per m² aangehouden. Op één Vitalgoot is in oktober 2008 de stengeldichtheid verlaagd naar 2,7 stengels per m² door planten te verwijderen uit de goot. Later in de teelt (maart) zijn er extra dieven aangehouden om terug te kunnen gaan naar de oorspronkelijke stengeldichtheid van 3,5 stengels per m². Dit kunnen variëren in stengeldichtheden is een groot voordeel van het Vitalplant-systeem. De extra aangehouden dieven zijn uiteindelijk vastgezet aan gewasdraad en zijn wekelijks bij het laten zakken gedeeltelijk in de mistkamer gebracht. Nadat er voldoende wortels op deze stengels waren aangemaakt zijn de stengels afgeknipt.

4.2.2 Teelthandelingen

Als de plug van de hoogstengel is afgeknipt wordt het uiteinde van de stengel bevestigd aan een V-haak. Deze haak is bevestigd aan de rechterkant van de goot. Dit is de kant waar de stengel de goot uit zal komen. In de eerste fase van de proef is de stengel met een relatief grote/scherpe bocht in de mistkamer opgehangen, waarbij de stengel net niet in de draingoot kwam te liggen. De over een afstand van 1,60 m hing gemiddeld 2,20 meter stengel in de mistkamer.

Later in de proef is er voor gekozen om de stengel vrijwel horizontaal op te hangen in de goot. Dit genereerde beduidend meer en uniformere wortelvorming op de stengel.

Wanneer de stengel, die bevestigd is aan een pelikaanhaak, wordt gezakt moet eerst het stengeluiteinde los van de V-haken worden gemaakt. Hierbij hangt het folie los van de mistkamer. Wanneer de planten zijn gezakt worden de stengeluiteinden afgeknipt en worden de nieuwe uiteinden opgehangen aan de V-haken. Later in de proef is besloten om niet direct het uiteinde van de stengel af te knippen, maar dit gedeelte van gemiddeld 20 cm eerst voor een periode van een week te laten indrogen door het buiten de goot aan de V-haak te hangen. Met een wekelijkse interval is de handeling van laten zakken en afknippen van de stengel uitgevoerd.

5. Traditionele teelt

Als referentie zijn op 3 goten tomaten geteeld op steenwol matten (Grodan master) bij een stengeldichtheid van 2,5 stelen per m². Later in de teelt is het aantal stelen verhoogd naar 3,2 per m². De planten hebben water gekregen via 1,2 liter druppelaars. Er stonden 4 potten op een steenwolmat van 1 meter. Er is een standaard voedingschema toegediend en gedurende de proef is een gemiddeld drainpercentage van 35% gerealiseerd.

Er is gekozen voor relatief korte substraatmatten i.v.m tussenplanting. In week 39 van 2008 en in week 18 van 2009 en zijn er tussen de oude planten nieuwe planten gepoot. Uit de oude plantenzijn relatief snel de koppen verwijderd en zijn gemiddeld 10 bladeren per stengel aangehouden. Bij de zetting van derde tros van de nieuwe aanplant zijn de oude planten leeg geoogst en verwijderd uit de afdeling.

In de het najaar van 2009 is ervoor gekozen om tussen de oude teelt geen nieuwe planten te plaatsen. Wel zijn er tussen de oude matten nieuwe matten geplaatst. Nadat deze waren volgedruppeld zijn de stelen van de ‘oude’ tomaten planten op halve stengellengte (3,5 m) vastgezet op het nieuwe plantgat. De theorie achter deze al in het verleden in de praktijk beproefde methode is dat er in het vochtige milieu spontaan bijwortel worden gevormd. Wanneer de beworteling voldoende is kan het onderste stengelgedeelte worden afgeknipt. De stengeldelen zijn afgedekt met wit plastic. Op de oude planten is de watergift gehalveerd, waarbij een gemiddeld drainpercentage van 10% werd gerealiseerd. Hiermee is getracht de wortelvorming op de nieuwe matten te stimuleren.

Deze methode bleek onder de klimatologische omstandigheden van het moment niet toepasbaar. Het vastzetten van stengeldelen op nieuwe matten is in de najaars periode van 2009 uitgevoerd. In deze periode zijn de planten geteeld onder omstandigheden waarbij niet extra werd bijbelicht.

Aangenomen mag worden dat planten in deze omstandigheden te weinig assimilaten aanmaken om een goede wortelzetting te realiseren.



Figuur 8 Vorming van bijwortels op een nieuwe steenwolmat

6. Proefopzet

6.1 Kasindeling

In één kasafdeling van bruto 184 m² zijn in de teeltperiode van februari 2008 tot april 2010 drie verschillende teeltsystemen beproefd. Er zijn tomatenplanten geteeld op zowel het Wortelwiel, Vitalplant-systeem als op een traditioneel teeltsysteem met steenwolmatten. De kasafdeling was verdeeld in 10 verschillende teeltgoten (proefvelden) van 14,25 m², waarbij de traditionele teelt en het Vitalplant-systeem in drie herhalingen werden weggezet en het Wortelwiel in 4 totaal herhalingen (zie figuur).

Op alle systemen is het trostomaten ras Capricia geteeld. Er is specifiek voor Capricia gekozen i.v.m. het relatief korte gewas en de sterke groei. Vooral in de opkweekfase kan Capricia snel groeien ook zonder onderstam. De teelt op Wortelwielen of het Vitalplant-systeem vindt plaats zonder toepassing van een onderstam. Daarnaast is de gevoeligheid voor o.a. neusrot en *Botrytis*-aantasting bij dit ras relatief laag.

2A Trad. 2	3A Vital 4	1B Wiel 6	2C Trad. 8	1D Wiel 10
1A Wiel 1	2B Trad. 3	3B Vital 5	1C Wiel 7	3C Vital 9

Figuur 9 Veldverdeling kasproef

6.2 Belichting en klimaat

In de periode van week 41 (2008) tot week 14 (2009) zijn de planten belicht met Son-t lampen (12500 lux). De lampen hebben maximaal 18 uur gebrand per etmaal (van 0:00 uur tot 18:00 uur). In het najaar en in het voorjaar is de belichtingsstrategie afgestemd op de straling van buitenaf.

Rond week 48 ontstonden er bladrandjes in de kop van de plant. Dit verschijnsel treedt in de praktijk op bij tomaten die belicht worden. De necrose aan de bladranden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door te grote schommelingen in luchtvochtigheid en temperatuur.

In de winterperiode van 2009 tot 2010 is er geteeld zonder assimilatiebelichting. De reden van deze aanpassing op belichtingsstrategie was om te beoordelen of het mogelijk is tomaten te telen onder een minimale energie input. Beide systemen zouden in theorie dan ook kunnen worden toegepast op bedrijven waar niet wordt belicht.

In overleg met de BCO is de algemene plantbelasting (sinks) afgestemd op de het beschikbare lichtniveau en de kwaliteit van de wortels en blad (source). In de periode van half december tot eind januari is een belasting van 2 à 3 vrucht per tros aangehouden. Gemiddeld zaten er 7 trossen aan de plant met een bladpluk strategie van 14 bladeren per plant.

Begin januari is er een plastic folie onder het kasdek geplaatst. Hiermee werd de warmte in de plantkop bewaard.

Het klimaatsregime is afgestemd om de algemene plantcondities van dat moment.

6.3 Rassenproef

In december 2008 is er door de betrokkenen binnen het project Teeltduurverlenging tomaat besloten enkele aanpassingen door te voeren binnen het project. De belangrijkste aanpassing was dat er op zowel het Vitalplant-systeem als het Wortelwiel naast Capricia ook andere rassen werden gepoot. De rassen voor het Vitalplant-systeem werden bepaald door de BCO-tomaat. De rassen geteeld op het Wortelwiel werden bepaald door J&F innovations in overleg met verschillende zaadbedrijven. Op het Vitalplant-systeem (goot 4) zijn 6 verschillende rassen beproefd. Per ras zijn 8 planten geteeld; zowel 4 planten aan de linkerkant van de goot als 4 planten aan de rechterkant van de teeltgoot. De rassen zijn opgekweekt in steenwol blokken.

Op het Wortelwiel zijn 15 rassen getest. Deze rassen zijn geteeld op 2 goten (6 en 7) met 3 planten per ras per goot.

De aangehouden strategie betreffende het aantal vruchten per tros is in overleg met de betreffende zaadbedrijven bepaald. Bij de rassen die zowel als losse tomaat als tros tomaat kunnen worden geteeld is een tros aangehouden.

Wekelijks zijn de rassen beoordeeld op de aanmaak van nieuwe bij-wortels op het eerste stengelgedeelte in het substraat. Dit gedeelte van de stengel was op het moment van de beoordelingen ongeveer een week in het substraat aanwezig.

Productie en vruchtgewichten zijn niet meegenomen in de beoordeling.

6.4 Ziektemanagement

6.4.1 Wortels

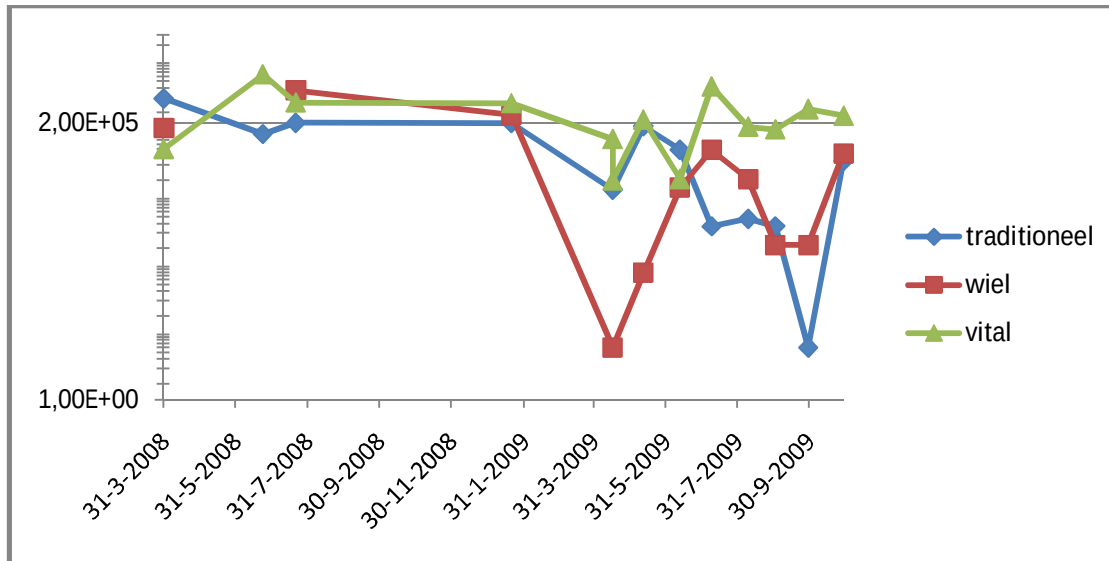
In een teeltsysteem waar wortels en onderste stengeldelen worden afgeknipt kan worden aangenomen dat er een verhoogd aantastingrisico ontstaat van plantpathogene organismen. Zowel in het Vitalplant-systeem als in de Wortelwielen blijven inactieve worteldelen achter in het teeltsysteem. Deze delen kunnen een ideale voedingsbodem zijn voor schimmels zoals bijvoorbeeld *Pythium spp.* of *Fusarium spp.*. De gevoeligheid zal extra worden bevorderd door het relatief vochtige wortelmilieu en een stressgevoelige wortelstelsel op het moment dat er wortels worden afgeknipt. Om de wortels preventief te beschermen is besloten om het antagonistische schimmelproduct Trianum (*Trichoderma harzianum* T-22) van Koppert toe te passen.

Het werkzame bestanddeel van Trianum is de antagonistische, nuttige schimmel *Trichoderma harzianum* stam T-22. Deze groeit mee op de wortels en vormt daar ondergronds een barrière tegen ziekteverwekkers. Trianum haalt tevens het voedsel van deze schadelijke bodemschimmels weg, waardoor zij worden geremd in hun ontwikkeling. Een ander belangrijk werkingsmechanisme van Trianum is 'geïnduceerde resistentie': Trianum zet de plant aan tot het maken van afweerstoffen. Hierdoor wordt de plant weerbaarder tegen bovengrondse ziekten. Het resultaat is een gezond en productief gewas (Bron: Koppert b.v.).

Gedurende de gehele proefperiode is aan alle drie de teeltsystemen Trianum toegevoegd. Bij de nieuwe aanplant is een concentratie van 30 ml per 1000 planten aangehouden. Deze concentratie is met een interval van 4 weken driemaal toegediend. Verderop in de teelt is een standaard concentratie van 15ml per 1000 planten aangehouden; ook met een gemiddelde interval van 4 weken. Aan de planten geteeld op de steenwolmatten en op de wielen is een per gietbeurt een 100ml oplossing toegediend. Alleen in de drainput van het Vitalplant-steen is direct een vast volume Trianum toegediend.

De toepassingen met Trianum zijn in nauw overleg met Koppert uitgevoerd. Met een bepaalde regelmaat zijn er monsters genomen van de wortels. De wortels zijn door Koppert geanalyseerd op de aanwezigheid van *Trichoderma harzianum* (T-22).

Vooraf in het Vitalplant-systeem kon de schimmel *Trichoderma* zich goed koloniseren in het wortelmilieu (grafiek 1). Ook op de relatief jonge wortels zijn structuren van de schimmel teruggevonden. Het voordeel van het Vitalplant-systeem t.o.v. van de andere beproefde systemen is dat het voedingswater wordt gerecirculeerd. De nog niet gekiemde sporen bleven daardoor in het systeem aanwezig.



Grafiek 1 KVE/g - Kiemende *Trichoderma* sporen per gram droge wortels

Gedurende de gehele proefperiode was het aantastingsniveau met schimmels in de jonge wortels laag. Er zijn in de eerste fase van de proef wortelmonsters genomen op de systemen. De resultaten van de ziekteanalyses kwamen echter niet overeen met de visuele waarnemingen op ziektedruk. Besloten is dan ook om deze analyses niet verder uit te voeren.

Meerdere malen gedurende de teelt is Previcur N toegevoegd dit om aantasting van wortels door o.a. *Pythium ultimum* tegen te gaan. Vooral na het knippen van oude wortels en stengeldelen in combinatie met een hoge buitenstraling is dit product toegepast.

Het toepassen van lage concentraties chloor-oplossing en waterstofperoxide is in de beginfase van de proef een enkele maal toegepast in het Vitalplant-systeem. Deze middelen kunnen ervoor zorgen dat de concentratie organisme in een watersysteem laag blijft. Het toepassen van deze middelen valt echter niet aan te bevelen wanneer er al een 'dikke' Biofilm aanwezig is in het leidingsysteem. Er traden tijdens de proef namelijk grote problemen op met verstoppingen in de sproeidoppen en filters nadat deze middelen waren toegediend. Chloor en waterstofperoxide zorgden ervoor dat er organische deeltjes vrijkwamen in het systeem. Verstopte doppen en filters zijn met een grote regelmaat vervangen en/of schoongemaakt.

6.4.2 Bovengronds

De insectendruk vando.a. kaswittevlies, turkse mot en mineervlieg is bestreden met natuurlijke vijanden (geleverd door Biobest). Vooral tegen de wittevlies is echter ook meerdere malen een chemische correctie uitgevoerd met zowel systemische als curatieve werkende insecticiden.

Bovengrondse problemen met *Botrytis cinerea* en *Oidium lycopersicum* waren gering. Er zijn tegen deze schimmels geen chemische bespuitingen uitgevoerd.

Pepinomozaiekvirus is de gehele proefperiode aanwezig geweest in de hele kasafdeling.

7. Arbeidsbesparing door technische aanpassingen

7.1 Vitalplant-systeem

In opdracht van de BCO en PT zijn er in de weken 50 en 51 van 2008 technische aanpassingen uitgevoerd op twee goten van het Vitalplant-systeem. Deze aanpassingen zijn uitgevoerd door het in 2008 opgerichte ingenieursbureau TinT. Dit bureau is gespecialiseerd in ontwikkeling en engineering van technische innovaties.

7.1.1 Probleemstelling

Het wekelijks laten zakken van de stengels op de pelikaanhaak en het daarbij verhangen van onderste stengeldelen in het 'standaard' Vitalplant-systeem vergde veel arbeid. Per teeltgoot van 14,25m² duurde het gemiddeld 75 minuten voordat alle planten waren gezakt en de onderste plantdelen waren afgeknipt en opnieuw waren vastgezet in het systeem. Omgerekend naar een hectare kost dit op weekbasis 877 uur aan arbeid. In deze berekening zijn niet de gewaswerkzaamheden zoals oogsten, bladplukken en trossnoei meegenomen.

Het direct afknippen van oude wortels en het onderste stengelgedeelte veroorzaakte negatieve plantreacties, waaronder verwelking en wortelverbruining van niet actieve wortels. Het gevolg van deze tijdelijke reacties was dat er symptomen ontstonden zoals een slechte zetting, slechte bladaanmaak en een matige vruchtkwaliteit veroorzaakt door neusrot. Door het onderste stengelgedeelte en de onderste wortels eerst te laten indrogen (bijvoorbeeld een week) voordat deze werden afgeknipt kon de directe stressreactie van de plant op het knippen worden verlaagd. De plant was beter voorbereid op het wegnippen.

7.1.2 Concept systemen

Om de noodzakelijke arbeidsbesparing te combineren met het principe van het indrogen van de stengel zijn er twee concept systemen ontwikkeld door TinT:

Het staakabelsysteem en het buizensysteem.

Bij het kabelsysteem is een staakabel naast de teeltgoot bevestigd, de stengels moeten met tyrips aan de kabel bevestigd worden (foto). Om het uittrekken van de stengels in goede banen te leiden is een pvc geleidingssysteem op de teeltgoot bevestigd. Een lier vooraan de goot maakt het mogelijk de kabel rond te draaien (foto)



Figuur 10 Stengel aan kabel



Figuur 11 Lier aan uiteinde goot

Het kabelsysteem trek de wortels en het onderste stengelgedeelte uit de mistkamer en laat ze vervolgens opdrogen waardoor deze afsterven.

De voordelen van het kabelsysteem zijn:

- Lage systeem kosten
- Simpel en fail-safe ontwerp
- Grote flexibiliteit met betrekking tot stengeldichtheid
- Relatief kleine krachten in het aandrijfsysteem waardoor het ook op langere teeltgoten toe te passen is.

Het belangrijkste nadeel van dit systeem t.o.v. het buizensysteem is dat om de 3 weken de opgedroogde stengel moest worden afgeknipt en opnieuw diende te worden vastgezet aan de kabel. De ingedroogde stengel zou anders afbreken en losschieten in de mistkamer.

Het systeem was niet geschikt om elke dag een klein stukje van de stengel af te knippen; het systeem is gebaseerd op geleidelijke afsterving van de wortel. Dagelijks zal bij dit systeem een stuk van ongeveer 3,5 cm uit de teeltgoot worden getrokken en wekelijks zal deze lengte weer terug de mistkamer in worden gebracht.

Bij het buizensysteem werden de wortelstengels tussen twee buizen geplaatst welke tegen elkaar in draaien. Door het draaien van de buizen werd de stengel uit de mistkamer getrokken. De buizen zijn via lagerplaatjes aan de teeltgoot bevestigd. Om de buizen is flexibel materiaal aangebracht om de grote variatie in stengeldikte op te kunnen vangen, ook heeft dit materiaal betere wrijvingseigenschappen dan staal (foto).

Bij dit systeem was het mogelijk de stengels af te knippen als ze omhoog gedraaid worden. De voordelen van het buizen concept zijn:

- Automatisch afknippen van de stengels is goed mogelijk

De nadelen van dit concept zijn:

- Hogere systeem kosten
- Grote krachten op de buizen moeten worden opgevangen door lagerplaatjes op korte afstand van elkaar te plaatsen
- Bij toepassing van het concept op langere teeltgoten kunnen torsiekrachten een probleem vormen



Figuur 12 Uiteinde stengel in het buizensysteem

7.2 Wortelwiel

7.2.1 Probleemstelling

Het Wortelwielsysteem zoals dat is toegepast gedurende de proef zal in een praktijksituatie niet rendabel kunnen worden toegepast. De arbeidstijd die nodig is voor de totale gewashandelingen ligt te hoog.

Het indraaien van de wielen in combinatie met een pelikaanhaak diende met 2 mensen te worden uitgevoerd. De kans dat de stengel brak bij het laten zakken op de haak was namelijk te groot. De onderste stengeldelen bleven, in tegenstelling tot het Vitalsysteem, op 1 vaste plaats, waardoor er bij het laten zakken relatief veel spanning op de stengel kwam te staan. Ook het verwijderen van het onderste stengelgedeelte uit het substraat en het opnieuw positioneren van de twee druppelaars kostte veel tijd. Per teeltgoot van $14,25\text{m}^2$ duurde het gemiddeld 55 minuten voordat alle planten waren gezakt en de onderste plantdelen waren afgeknipt en opnieuw waren vastgezet in het systeem. Omgerekend naar een hectare kostte dit op weekbasis 1286 uur aan arbeid. In deze berekening zijn gewaswerkzaamheden zoals oogsten, bladplukken en trossnoei niet meegenomen.

7.2.2 Aanpassingen

J&F innovations wil het Wortelwiel systeem dusdanig aanpassen dat een groot deel van de gewashandelingen in één handelingen kunnen worden uitgevoerd.

Hierbij een overzicht van de belangrijkste aanpassingen:

- Het bovengrondse stengelgedeelte komt in een spiraal te hangen, waarbij de plant bij het draaien van de spiraal zal zakken op zijn gewicht.
- De spiraal is verbonden aan een draaias verwerkt in een frame. De hoofdstengel wordt vastgeklemd tegen deze as. Bij het trekken aan het uiteinde van de stengel zullen de spiraal en het wiel draaien waardoor de stengel naar beneden zakt. Door middel van het frame wordt het nieuwe stengelgedeelte direct in het foam gedrukt.
- In de draaias worden mesjes geplaatst waardoor blad direct kan worden afgesneden.
- In het frame zijn de druppelaars dusdanig bevestigd dat deze tijdens het laten zakken niet hoeven te worden verwijderd.
- De gleuf van het foam zal meer op spanning worden gebracht, waardoor de stengel beter in het foam kan blijven zitten.

8. Registraties

Gedurende de gehele teeltperiode zijn er verscheidene registratie/metingen uitgevoerd op zowel plant, klimaat, voeding, ziekte en substraatniveau.

Per veldje zijn er wekelijks metingen uitgevoerd. In de tabel 1 zijn de verschillende metingen weergegeven.

Gewas	meting	parameter	interval
1	Plantlengte	cm	wekelijks
2	Productie	kg/m ²	wekelijks
3	Vruchtgewicht	gram	wekelijks
4	Algemene plantkwaliteit	Schaal 1 t/m 5	wekelijks
5	Wortelvorming op de stengel	Schaal 1 t/m 5	wekelijks
6	Ziekteanalyse	-	elke 3 maanden
7	Trichoderma analyse	-	maandelijks
Substraat	Meting	parameter	interval
8	Drainpercentage	%	dagelijks
9	pH/ EC - drain	-	dagelijks
10	Voedingsanalyse	-	elke 14 dagen

Tabel 1 Overzicht uitgevoerde registraties

- *Plantlengte*

Van 10 planten per veld is wekelijks de lengtegroei van de hoofdstengel gemeten.

- *Productie*

Per teeltsysteem is de totale productie gemeten. Per productiemoment is daarbij het gemiddeld vruchtgewicht berekend.

- *Algemene plantkwaliteit*

Op basis van een schaal van 1 (slecht) t/m 5 (zeer goed) is een algemene beoordeling gegeven op plantkwaliteit.

- *Wortelvorming*

Per teeltsysteem is de wekelijkse mate van wortelvorming op de stengel beoordeeld in een schaal van 1 (slecht) t/m 5 (zeer goed).

- *Ziekteanalyse*

Met een interval van 3 maanden zijn in de eerste fase van de proef ziekteanalyses uitgevoerd in drainwater of wortelmateriaal. Detectie is uitgevoerd op een groot aantal plantpathogene schimmels. Monsternamen zijn verzorgd door Proeftuin Zwaagdijk en analyse door Blgg of Relab den Haan.

- *Trichoderma-analyse*

Met een interval van 4 weken zijn analyses uitgevoerd op de aanwezigheid van *Trichoderma harzianum* in het wortelmilieu. De monstername is verzorgd door Proeftuin Zwaagdijk, de analyse door Koppert.

- *Drainpercentage*

Dagelijks is het drainpercentage per teeltsysteem berekend. De monstername is verzorgd door de Demokwekerij.

- *Voedingsniveau*

Dagelijks is de de EC en pH waarde van het drain- en substraatwater gemeten. Daarnaast is gemiddeld om de 14 dagen het voedingsniveau van het matwater geanalyseerd. Op basis van de cijfers is in overleg met zowel Horticoop als de BCO het voedingsschema aangepast.

9. Resultaten

In de onderstaande paragrafen zijn de belangrijkste meetresultaten samengevat. Deze resultaten worden statisch niet onderbouwd. Er zijn in de proef zijn dusdanig veel veranderingen en aanpassingen aangebracht binnen de verschillende objecten dat er geen betrouwbare statistische analyse kan worden uitgevoerd. De gepresenteerde resultaten van de waarnemingen en metingen geven alleen een indruk weer van de verschillen tussen de drie beproefde systemen.

9.1 Algemene metingen

Tabel 2 Gemiddelde lengtegroei Capricia - periode (21-03-08 / 17-12-09)

	Vital (goot 5 en 9)	Wiel (goot 10)
Totaal (m)	15,4	14,1
Gemiddelde week groei (cm)	17,3	15,8

Over een totale periode van 89 weken is een gemiddelde plantlengte gerealiseerd van 15,4 m op het Vitalplant-systeem en van 14,1 meter op het wortelwiel. Vooral de laatste 7 maanden van de proef was de algemene plantkwaliteit van het de planten op de wortelwielen zeer matig. De planten stonden er generatief bij, waardoor o.a. de lengtegroei sterk werd geremd.

Tabel 3 Gemiddelde lengtegroei Capricia – periode (21-03-08 / 31-10-08)

	Vital (goot 5 en 9)	Wiel (goot 10)	Traditioneel (goot 8)
Gemiddelde week groei (cm)	15,8	14,6	16,6

Gemiddeld was de stengellengte-groei in de eerste fase van de teelt bij de planten op het Vitalplant-systeem beter dan bij planten geteeld op de wielen. Dit kwam voornamelijk doordat de planten op het Vital-systeem in de ‘opkweekfase’ makkelijker wortels aanmaakten dan de planten op de wielen. Dit grotere wortelvolumen genereerde meer lengtegroei.

Tabel 4 Productie Capricia (kg / m²)

		Traditioneel	Vital	Wiel
kg/m ²	Van 8-5-08 tot 16-12-08	36,9	28,8	32,5
kg/m ²	Van 7-01-09 tot 12-2-10	54,0	49,5 (alleen goot 5 en 9)	39,4 (alleen goot 10)
	Totaal	90,88	78,21	71,97

De totale productie van de traditionele teelt lag 12,6% hoger t.ov. de teelt op het Vital-plantsysteem en 18,9% t.o.v. de Wortelwielen.

Tabel 5 Gemiddelde vruchtgewichten *Capricia* (g.)

Periode	Traditioneel (g.)	Vital (g.)	Wiel (g.)
Van 8-5-08 tot 31-10-08	133	105	92
Van 31-10 -08 tot 12-2-10	98	79 - (goot 5 en 9)	83 - (goot 10)
Gemiddeld	115,5	92	87,5

Het gemiddeld vruchtgewicht was bij planten geteeld op steenwol aanzienlijk hoger dan op de twee andere beproefde systemen.

Op zowel het Vitalplant-systeem als op de Wortelwielen zijn in het eerste teeltseizoen veel problemen geweest met verwelkingverschijnselen o.a. veroorzaakt door slechte wortelontwikkeling. Dit heeft directe invloed gehad op zetting en het afrijpen van de vrucht. Door verwelkingsymptomen nam het percentage vruchten met neusrot toe. Hierdoor bleef het gemiddelde vruchtgewicht en de totale productie achter t.o.v. vruchten zonder neusrot verschijnselen.

Neusrot wordt indirect veroorzaakt door een lokaal gebrek van Calcium in de vrucht. Deze fysiogene afwijking wordt vooral waargenomen onder teeltomstandigheden waarbij er een sterke fluctuatie is van het vochtgehalte in het substraat. Ook een verhoogde EC (vooral Kalium) en een (te) snel groeiend gewas kunnen de symptomen van neusrot doen versnellen. Deze effecten hebben plaatsgehad op beide systemen.

9.2 Algemene plantkwaliteit

De algemene plantkwaliteit op beide systemen was over de gehele proefperiode matig. Er zijn echter perioden in de proef geweest dat planten goed in balans stonden en waarbij er een goede productie een zetting kon worden gerealiseerd. Ook aan het eind van de proefperiode was dit het geval. De belangrijkste oorzaken die de plantkwaliteit negatief hebben beïnvloed waren:

1. Slechte wortelvorming in bepaalde periode
2. Verwelking van het blad- en kopweefsel
3. Rottingsverschijnselen op inactieve worteldelen
4. Algemene aantasting met kaswittevlies en rups
5. Infectie met Pepinomozaiekvirus
6. Storingen op de Unit van het Vitalplant-systeem
7. Nog niet optimaal door-ontwikkeld foam – Wortelwiel

Ook de kwaliteit van planten geteeld op steenwol matten is enkele periode niet conform de kwaliteitseisen van de praktijk geweest. Vooral de relatieve hoge temperaturen de kasafdeling in de zomerperiode in 2008 en 2009 zijn hier de oorzaak van geweest.

9.3 Rassenproef

In de proefperiode van 3-2-09 tot 25-1-10 zijn waarnemingen en metingen uitgevoerd op de verschillende rassen.

9.3.1 Wortelwiel

Wekelijks is de lengtegroei van de hoofdstengel gemeten. Verder is wekelijks de mate van wortelvorming op het laatste ingedraaide stengelgedeelte beoordeeld. Ook is wekelijks een beoordeling uitgevoerd op algemene plantkwaliteit. Per ras zijn planten beoordeeld verdeeld over twee goten.

Tabel 6 Gemiddelde lengtegroei (stengel) en wortelontwikkeling (schaal 1 t/m 5) – Wortelwielen

Periode 3-2-09 tot 25-1-10			
Ras	Soort tomaat	Totale cumulatieve lengtegroei (cm)	Wortelontwikkeling* (1 t/m 5)
Clarance	Grove tros	9,9	2,2
RZ 72479	Tros grof	8,5	2,0
T34959	Cocktail/pruim	10,3	2,2
Mecano	Tros midden	8,6	2,0
Classy	Tros	9,5	2,0
DBX15075071	Tros midden	9,6	2,3
Komeett	Tros grof	8,7	2,1
Cloclo	Tros	9,2	2,0
Risoca	Tros	9,6	2,2
Dolores	Tros	8,8	2,1
Westland	Tros	10,0	2,1
Briljant	Tros grof	9,1	2,1
Flexxion	Tros grof	8,8	1,8
RZ72471	Tros fijn	9,0	2,2
Pinoso	Cocktail grof	9,7	1,6

*Alleen de mate van ontwikkeling van nieuwe adventieve wortels op het jongst ingedraaide stengelgedeelte

Op basis van de resultaten van de beoordelingen uitgevoerd op het de Wortelwielen kunnen geen betrouwbare conclusie worden getrokken wat betreft de mate van additieve wortelvorming per ras. Wel geeft deze beoordeling een aanwijzing van mogelijke verschillen in de mate van wortelvorming tussen de betreffende rassen.

Voor het cocktail ras Pinoso scoorde slecht op aanmaak van nieuwe wortels op de stengel. Dit geldt ook voor het ras Flexxion. In vergelijking met de andere rassen scoorden de trostomaten rassen RZ72471 (Rijkzwaan), Risoca en Clarance bovengemiddeld.

De spreiding in mate van wortelvorming tussen planten binnen één ras was zeer groot evenals de spreiding tussen de de wekelijkse beoordelingen per ras.

9.3.2 Vitalplant-systeem

Wekelijks is de lengtegroei van de hoofdstengel gemeten. Verder is wekelijks de mate van wortelvorming op het laatste ingezakte stengelgedeelte beoordeeld.

Per ras zijn 8 planten beoordeeld. Deze planten waren geteeld op 1 goot.

Tabel 7 Gemiddelde lengtegroei (stengel) en wortelontwikkeling (schaal 1 t/m 5) – Vitalplant

Periode 13-5-09 tot 25-1-10			
Ras	Soort tomaat	Totale cumulatieve lengtegroei (cm)	Wortelontwikkeling* (1 t/m 5)
Arvento	Los	6,8	3,6
Brioso	Coctail fijn	8,2	3,6
Levanzo	Tros grof	6,0	3,8
Savanta	Pruim	6,3	4,0
Mecano	Tros midden	6,2	3,6
Claree	Losse Cherry	6,9	3,3

Op basis van de resultaten van de beoordelingen uitgevoerd op het de Vitalplant-systeem kan er geen betrouwbare conclusie worden getrokken betreffende de mate van additieve wortelvorming per ras. Wel geeft deze beoordeling een aanwijzing van mogelijke verschillen in de mate van wortelvorming tussen de betreffende rassen.

Vooraf het losse cherry ras Claree scoorde beneden gemiddeld. De rassen Savanta en Levanzo scoren boven gemiddeld op de mate van wortelontwikkeling op de stengel.

De spreiding in mate van wortelvorming tussen planten binnen één ras was gering. Dit gold ook voor de spreiding tussen de wekelijkse beoordelingen per ras.

9.4 Ziekte management

De algemene ziektedruk met primaire plantpathogene schimmels in beide teeltsystemen was laag. Aan het einde van de proefperiode nam de gevoeligheid voor *Botrytis cinerea* op de stengel aanzienlijk toe. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door de slechte plantkwaliteit in de winterperiode van het seizoen 2009-2010.

De algemene ziektedruk met schadelijke insecten was gedurende de gehele proefperiode hoog. Ondanks het toepassen van insectengaas in de luchtramen konden wittevlies en rupsen ernstige schade toebrengen aan het gewas.

Deze insecten zijn zowel biologisch als chemisch bestreden.

In mei 2008 zijn de eerste symptomen van Pepinomozaiekvirus geconstateerd. Welke invloed dit virus heeft gehad op de algemene plantkwaliteit is niet bekend. Het virus was aanwezig gedurende de gehele proefperiode in alle teeltsystemen.

9.5 Arbeidsbesparing

Met de technische aanpassingen zoals beschreven in hoofdstuk 7 kon op het Vitalplant-systeem een zeer aanzienlijke arbeidsbesparing worden gerealiseerd.

Op het buizensysteem werd de tijd die nodig was om de stengels te laten zakken en te verhangen in de goot teruggebracht van 75 minuten arbeid per teeltgoot per week, naar gemiddeld 25 minuten; dit is inclusief het dagelijks opdraaien van de buizen en het herpositioneren van de stengeluiteinden. Dit herpositioneren werd uitgevoerd met een vier wekelijkse interval.

Op het kabelsysteem was de gerealiseerde arbeidsbesparing minder. Dit werd deels veroorzaakt door het minimaal om de drie weken opnieuw vastzetten van stengeluiteinde aan de kabel. De arbeidstijd per goot werd bij dit systeem terug gebracht van 75 naar 45 minuten arbeid.

In deze berekening zijn niet de gewaswerkzaamheden zoals oogsten, bladplukken en trossnoei meegenomen.

10. Discussie

Zoals eerder al in dit rapport vermeld zijn er tijdens de proef een groot aantal aanpassing aangebracht op de oorspronkelijke proefopzet.

Deze aanpassingen zijn altijd met de betrokken partijen overlegd. De aanpassingen en veranderingen hebben veel informatie opgeleverd over de teelttechnische mogelijkheden op beide systemen.

Algemeen

Geconcludeerd kan worden dat het telen van tomaten op zowel het Vitalplant-systeem als op de wortelwielen mogelijk is. Na een periode bijna 2 jaar stonden er nog productieve tomatenplanten de teeltsystemen.

De plant reageerde wel altijd wanneer er wortels of stengeldelen werden afgeknipt. Vooral het afknippen van de opkweekplug in de begin fase van de teelt was een zeer kritisch moment. De plant maakt onder gunstige groeiomstandigheden makkelijk nieuwe wortels aan op de stengel. Zonder deze nieuwe wortels zal de plant uit balans raken wat direct effect heeft op zowel productie, zetting als vruchtkwaliteit.

Belangrijk voor het slagen van beide systemen is dat alle teeltcondities in de kas onder controle zijn en blijven.

Vitalplant

Het Vitalplant-systeem van Horticoop is een teeltsysteem dat al enige jaren in ontwikkeling is. Het systeem is o.a. op twee praktijkbedrijven beproefd. De kennis en ervaringen uit deze proeven zijn door Horicoop deels ingebracht in het systeem zoals dat is toegepast in de beschreven proef.

In de eerste fase van de proef kostte de wekelijkse gewaswerkzaamheden van het Vitalplant-systeem zeer veel arbeid. Zowel het laten zakken als het afknippen van de stengel en het opnieuw positioneren van stengel en wortel in het systeem vergde veel tijd. Daarbij zorgde het afknippen van stengels en wortels voor stressreacties in de plant, waardoor er ongewenste effecten ontstonden zoals verwelking en een slechte zetting en rijping van de vrucht.

Met de technische aanpassingen zoals beschreven in hoofdstuk 7 is er een aanzienlijke arbeidsbesparing gerealiseerd en het werken met het Vitalplant-systeem werd een stuk aangenamer. Het wekelijks losmaken van stengels in een vochtige omgeving werd door uitvoerende als zeer onprettig ervaren.

Een groot nadeel van het Vitalplant-systeem blijft ondanks de technische aanpassing het verklitten van de wortels. Omdat de stengels door elkaar hangen in de mistkamer groeien de wortels ook in elkaar. Bij het opnieuw positioneren van de stengels dienen deze wortels weer van elkaar te worden losgetrokken wat zorgt voor een extra arbeidspost.

Ook betekent dit lostrekken dat wortels worden beschadigd waardoor gemiddeld 3 dagen na het opnieuw vastzetten verbruining van de wortels optrad. Hierbij losgeraakte worteldelen kwamen terecht in het systeem. Deze delen zorgden voor verstoppingen in het systeem en voor een verlaging van de pH in het drainwater.

In de praktijk zal in het drainwater dienen te worden ontsmet middels UV of verhitting. Het risico van het transporteren van schadelijke schimmelsporen van plant naar plant is in dit systeem te groot.

Door het laten opdrogen van de onderste stengeldelen op zowel het kabelsysteem als in het buizensysteem bleven extreme plantreacties als verwelking en het rotten van de wortels uit. Er kan niet direct worden aangegeven welk systeem (kabel of buizen) een betere wortelvorming genereert. Wel dient te worden vermeld dat het buizensysteem relatief minder arbeid kostte, omdat stengels niet met een gemiddelde interval van 3 weken opnieuw dienden te worden vastgezet.

Het verstoppert van zowel filters als sproeidoppen is als zeer zorgelijk ervaren. De gevoeligheid voor technische storingen is hoger bij het Vitalplant-systeem dan bij de teelt op Wortelwielen en steenwol. Het sproeisysteem kan gemiddeld niet langer dan 15 minuten uit staan. Wortels die gewend zijn om constant water toegediend te krijgen reageren vrij snel op droogte; met zeer negatieve plantreacties tot gevolg.

Deze verstopping hebben gedurende de gehele proefperiode gezorgd voor een matige productie en zetting.

Ook kostte het vervangen en schoonmaken van de sproeidoppen en filters in de voeding-unit voor een extra arbeidspost van gemiddeld 1,5 uur per week.

Wortelwiel

In de twee jaar dat de proef met de Wortelwielen is uitgevoerd is het toegepaste foam driemaal aangepast door de leverancier. Vooral de capaciteit van het foam om vocht vast te houden is verhoogd.

Belangrijk voor het slagen van het Wortelwiel is de capaciteit van het substraat om water vast te houden. Onder invloed van de zwaartekracht stroomt water naar beneden, waardoor er een ongelijke verdeling van het vochtgehalte in het gehele substraat ontstaat. De ongelijke verdeling is negatief voor de homogene ontwikkeling van de wortels op de stengel. Op 180 graden van het wiel was bij een meting na totaal 16 voedingsbeurten te hebben gehad (12:00), het vochtgehalte 67% hoger t.o.v. het vochtgehalte boven op het wiel (360 graden).

Hierbij dient wel te worden vermeld dat de zuigspanning van het foam ook weer niet te hoog moet zijn. Als de pF-waarde oploopt zal de plant meer moeite hebben om vocht uit het substraat te onttrekken.

In het algemeen kan worden gesteld dat het toegepaste foam voor een groot deel zijn functionaliteit behoudt na een teeltperiode van twee jaar. Beschadigingen in het foam door het eruit trekken van stengeldelen waren gering aanwezig.

Problemen met schimmels en exudaten door het achterblijven van oude wortels en stengelresten in het substraat zijn niet direct geconstateerd.

Het foam dient te worden afgeschermd met plastic folie. Hiermee wordt voorkomen dat er algengroei ontstaat op de buitenkant van het substraat en wortels ontwikkelen zich sneller in een donkere omgeving.

De snelheid waarmee gewashandelingen op het worden uitgevoerd zal moeten worden verhoogd. De aanpassingen zoals die beschreven in paragraaf 7.2.2. zullen voor het succesvol slagen van het systeem moeten worden aangebracht.

11. Conclusies

Vital

- Telen op het Vitalplant-systeem is mogelijk. Ook na een periode van twee jaar stonden er nog productieve tomatenplanten in het systeem.
- Op basis van de resultaten van deze proef kan worden geconcludeerd dat de totale productie met het Vitalplant-systeem lager ligt dan op een traditionele teelt.
- Het inklitten van wortels in de mistkamer dient te worden voorkomen. Wortels worden beschadigd bij het lostrekken, waardoor o.a. deze gaan rotten en de pH van het drainwater te snel daalt.
- De frequentie van het ontstaan van verstoppingen in sproeidoppen en filters is te hoog.
- Met betrekking tot arbeidbesparing en minder negatieve plantreacties is het telen op een doortreksysteem is positief t.o.v. de oude ophangmethode met V-haken.
- Het laten indrogen van wortels en stengeluiteinde zorgden voor een lagere stressreactie van de plant.
- Horizontaal ophangen van de stengel geeft makkelijker wortels. Hoe korter de onderstengel, hoe meer wortels gevormd werden.
- Een groot voordeel van het Vital-systeem is de snelle herstel periode van het gewas (binnen een week). Dit was helaas vaak nodig, omdat het systeem gevoelig bleek voor tegenslagen.
- Binnen het systeem zijn er weinig problemen geweest met plantpathogene bodemschimmels,
- De ingebracht *Trichoderma harzianum* koloniseert de wortel in ruime mate.
- De verschillen in mate De verschillen in mate van wortelvorming tussen de beproefde rassen waren gering.

Wortelwiel

- Telen op het Wortelwiel is mogelijk. Ook na een periode van twee jaar stonden er nog productieve tomatenplanten in het systeem.
- Op basis van de resultaten van deze proef kan worden geconcludeerd dat de totale productie met het Wortelwiel lager ligt dan op een traditionele teelt.
- Het laten indrogen van wortels en stengeluiteinde zorgde voor een lagere stressreactie van de plant.
- Een hogere pF-waarde betekent een homogenere wortelvorming op de stengel.
- Met een hogere pF-waarde van het foam kan de frequentie van het aantal voedingsbeurten worden verlaagd.
- Binnen het systeem zijn er weinig problemen geweest met plantpathogene bodemschimmels.
- *Trichoderma* koloniseert de wortels.
- De verschillen in mate van wortelvorming tussen de beproefde rassen waren gering

Traditioneel

- Het tussenplanten van tomaten is een methode waarmee aanzienlijke tijdswinst kan worden behaald. De methode is echter zeer arbeidsintensief en wordt dan ook in de praktijk niet meer toegepast.
- Bij het teelten op steenwol werd de hoogste productie gehaald. Ook was het gemiddeld vruchtgewicht en de algemene vruchtkwaliteit het hoogst op het traditionele teeltsysteem.

- De stengellengte verkorten door een gedeelte van de stengel te laten wortelen in in een steenwol mat is geen succes in een onbelichte winterperiode.