

# Worteldruk workshop

---

**DLV Plant**

Postbus 7001  
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65  
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E [info@dlvplant.nl](mailto:info@dlvplant.nl)

[www.dlvplant.nl](http://www.dlvplant.nl)

---

**Gefinancierd door:**

Productschap Tuinbouw  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer

**Uitgevoerd door:**

Onderzoek DLV Plant  
Dave van Marwijk

**PT-Projectnummer: 13645.42**

*Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.*

**Uw sector investeert in dit project via het Productschap  Tuinbouw**

---

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding en doel</b>	<b>4</b>
<b>2 Inventarisatie</b>	<b>5</b>
<b>3 Workshop</b>	<b>7</b>
<b>4 Aanbevelingen</b>	<b>9</b>
<b>Literatuur</b>	<b>10</b>
<b>Bijlage 1. Lijst met genodigden</b>	<b>11</b>
<b>Bijlage 2. Presentatie U. v Gent</b>	<b>12</b>
<b>Bijlage 3. Presentatie WUR</b>	<b>18</b>
<b>Bijlage 4. Presentatie Rijk Zwaan</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 5. Vragenlijst workshop</b>	<b>26</b>

## Samenvatting

Worteldruk is een belangrijk, tot nu toe onderbelicht, onderwerp binnen de plantfysiologie. Ondanks dat de bijdrage van de worteldruk aan de totale opgaande waterflux in de houtvaten klein is, heeft het veel invloed op productkwaliteit en ziekten. Ook veel fysiologische afwijkingen zijn gerelateerd aan een niet optimale worteldruk. Meer inzicht hierin maakt wellicht ook energiebesparing makkelijker.

Middels deze consultancy zijn problemen m.b.t. het onderwerp 'worteldruk' geïnventariseerd en besproken met ondernemers van diverse glastuinbouwgewassen. Zowel factoren in de wortelzone als bovengrondse factoren hebben direct invloed op worteldruk. Bij onderzoek naar worteldruk moet daarom niet alleen naar het wortelmilieu gekeken worden, maar juist ook naar de relatie met bovengrondse (klimaat)factoren. Probleem is dat niet duidelijk is op welke momenten tijdens de donkerperiode de problemen ontstaan. De moeilijkheid hierin is, dat er op het moment geen goede continu-meting (niet-destructief) is van worteldruk.

Er is behoefte van telers van glasgroenten, snijbloemen en potplanten om de meetbaarheid en het schade-aandeel als gevolg van worteldruk op te helderen, als eerste stappen op weg naar beheersing van gerelateerde problematieken.

Uitgangspunt is het meetbaar en inzichtelijk maken van worteldruk en momenten waarop negatieve effecten van worteldruk optreden. Het lijkt het meest realistisch een softsensor te ontwikkelen op basis van de benadering van UvG- De Swaef. Parallel hieraan meten van klimaatomstandigheden en plantprocessen. De schade als gevolg van worteldruk kunnen kwantificeren. Als dit duidelijk is dan pas bepalen of controleren en sturing van worteldruk gewenst is.

# 1 Inleiding en doel

Worteldruk is een belangrijk, tot nu toe onderbelicht, onderwerp binnen de plantfysiologie. Ondanks dat de bijdrage van de worteldruk aan de totale opgaande waterflux in de houtvaten klein is, heeft het veel invloed op productkwaliteit en ziekten. Ook veel fysiologische afwijkingen zijn gerelateerd aan een niet optimale worteldruk. Meer inzicht hierin maakt wellicht ook energiebesparing makkelijker.

Enkele factoren in de wortelzone die direct invloed hebben op de worteldruk zijn: worteltemperatuur, zuurstofgehalte in de wortelzone, watergehalte (en beschikbaarheid) in de wortelzone, EC-verloop in de wortelzone, structuur van het substraat, gezamenlijk oppervlak van het wortelstelsel. Daarnaast hebben de bovengrondse factoren invloed op de effecten van worteldruk: temperatuur, planttemperatuur, rv, vpd. Bij onderzoek naar worteldruk moet daarom niet alleen naar het wortelmilieu gekeken worden, maar juist ook naar de relatie met de bovengrondse (klimaat)factoren.

Genoemde factoren zullen als 'stuurmechanismen' ingezet kunnen worden om te hoge worteldruk tegen te gaan. Probleem is dat niet duidelijk is op welke momenten tijdens de donkerperiode de problemen ontstaan. De moeilijkheid hierin is, dat er op het moment geen goede continu-meting (niet-destructief) is van worteldruk. Als deze er wel zou zijn dan zou deze meting als een soort alarm systeem op kunnen treden. Op het moment dat de gevarezone wordt benaderd qua worteldruk, dan zouden bepaalde factoren ingezet moeten worden om deze te verlagen. Daarnaast kan ook bij een te lage worteldruk de juiste 'stuurmechanismen' ingezet worden.

Dit project heeft als doel om problemen m.b.t. het onderwerp 'worteldruk' middels een inventarisatie en een workshop duidelijk te krijgen en een oplossingsrichting op te stellen.

## 2 Inventarisatie

Naast het zoeken naar literatuur (wetenschappelijk en praktijk) zijn onderzoekers en adviseurs binnen DLV Plant (glasgroenten, snijbloemen, potplanten) betrokken bij de inventarisatie. Er is gezocht naar diverse invloeden van worteldruk op planten en huidige meetmethodieken.

Op momenten dat de plant verdampt is worteldruk over het algemeen geen probleem. Dit kan echter omslaan wanneer er vrijwel geen verdamping is (donkerperiode). In de praktijk zijn er op grote schaal bij een groot aantal gewassen problemen als gevolg van een (tijdelijk) verhoogde worteldruk. Opgesomd een aantal praktijkvoorbeelden: gescheurde vruchten (Tomaat), pitting, inwendig rot, kopscheuren, watervlekken (Paprika), broeikoppen, stengelscheuren, gebarsten vruchtpunten (Komkommer), bladschade en bloemrandjes (Roos), glazigheid, vochtblaadjes, bladrandjes (Hortensia, Alstroemeria, Begonia) guttatie en zwarte bladranden (Chrysant). Als gevolg van deze fysiologische verstoringen krijgen ziekten kans om toe te slaan, met als gevolg o.a. *Botrytis*, *Mycosphaerella* en inwendig vruchtrot. Naast het ontstaan van genoemde fysiologische problemen (a.g.v. worteldruk) is er veel inzet van energie en gewasbeschermingsmiddelen nodig om het tegengaan van genoemde ziekten te bewerkstelligen.

Worteldruk staat in direct verband met verschillende (klimaat) omstandigheden. De manier van telen en het inzetten van verschillende teeltfactoren bepalen grotendeels het verloop van worteldruk in de donkerperiode. De laatste jaren is energie steeds meer een issue geworden met de stijgende gasprijzen. Zoveel mogelijk besparing op energie-input is het gevolg geweest. Waarschijnlijk heeft dit in een aantal gewassen voor onvoorziene problemen geleid m.b.t. een verhoogde worteldruk. Op een donkere dag na een periode warm weer met veel instraling heeft de wortelzone vaak nog een verhoogde temperatuur met actieve wortels. Het onvoldoende realiseren van gewasverdamping kan in deze situatie leiden tot problemen door verhoogde worteldruk. Over het algemeen worden cellen van bladeren, bloemen of vruchten opgepompt met als mogelijk gevolg het barsten van de cel door de verhoogde druk. Deze kapotte cellen zijn op hun beurt invalspoort voor plantpathogenen (schimmels) en guttatie zorgt voor een gunstig kiemingsklimaat voor schimmels. Daarnaast kan worteldruk juist ook zorgen voor transport van bepaalde elementen (Ca) naar die delen van de plant die relatief weinig verdampen, voor een betere bloem c.q. vruchtkwaliteit. Worteldruk is hiermee niet per definitie een negatief proces, sterker nog een plant kan niet zonder.

Enkele factoren in de wortelzone die direct invloed hebben op de worteldruk zijn: worteltemperatuur, zuurstofgehalte in de wortelzone, watergehalte (en beschikbaarheid) in de wortelzone, EC-verloop in de wortelzone, structuur van het substraat, gezamenlijk oppervlak van het wortelstelsel. Daarnaast hebben de bovengrondse factoren invloed op de effecten van worteldruk: temperatuur, planttemperatuur, rv, vpd, bladoppervlak. Bij onderzoek naar worteldruk moet daarom niet alleen naar het wortelmilieu gekeken worden, maar juist ook naar de relatie met de bovengrondse (klimaat)factoren en gewasconditie.

Genoemde factoren zullen als 'stuurmechanismen' ingezet kunnen worden om te hoge worteldruk tegen te gaan. Probleem is dat niet duidelijk is op welke momenten tijdens de donkerperiode de problemen ontstaan. De moeilijkheid hierin is, dat er op het moment geen goede continu-meting (niet-destructief) is van worteldruk.

Er kunnen wel afgeleiden van worteldruk worden gemeten: Stengeldikte, sapstroom, leaf-patch-sensor (Zimmermann). Deze laatste is nog in een vroeg-experimenteel stadium en meet de turgordruk in bladeren. Via MRI (Magnetic Resonance Imaging) kunnen xyleem- en floeëmostromen gemeten en gekwantificeerd worden. Deze techniek wordt gebruikt in de fundamentele wetenschap en zal naar verwachting niet door individuele telers gebruikt gaan worden.

### 3 Workshop

De workshop heeft plaats gevonden op 1 december 2010 bij het Productschap Tuinbouw in Zoetermeer. Op deze bijeenkomst zijn met telers van diverse gewassen (glasgroente, snijbloemen en potplanten) een aantal zaken besproken rondom worteldruk vanuit de optiek: welke problemen spelen er, hoe kunnen we meer inzicht krijgen en hoe kunnen we problemen uiteindelijk op gaan lossen. Aangezien problemen glastuinbouwbreed voorkomen is er gewasoverschrijdend te werk gegaan. Genodigden zijn: telers, adviseurs, veredelaars, leveranciers.

In bijlage 1 is de lijst met genodigden weergegeven. Dagvoorzitter was D. van Marwijk van DLV Plant. Het programma zag er als volgt uit:

Programma
14.00 Ontvangst met koffie/thee
14.15 Inleiding door D. van Marwijk, onderzoeker bij DLV Plant
14.30 Presentatie door T. De Swaef, Ph.D. student bij Universiteit van Gent 'Onderzoek naar worteldruk: een nieuw elan door mechanistisch modelleren?'
15.00 Presentatie door P. de Visser, onderzoeker bij Wageningen Universiteit 'Meten en rekenen aan waterhuishouding en worteldruk'
15.30 Presentatie door J. Verbruggen, teeltspecialist bij Rijk Zwaan 'Worteldruk praktisch bekeken'
16.00 Discussie
17.00 (uiterlijk) Afsluiting

Per deelnemer is een vragenlijst ingevuld (bijlage 5) om gewasspecifieke zaken op te kunnen pikken. Ook is voor enkele gewassen een grof beeld gekregen van de economische schade a.g.v. worteldrukproblemen, uitgedrukt in €/m<sup>2</sup>.jaar: tot € 7,5 voor komkommer, tot € 5,- voor hortensia, tot € 5,- voor roos en verder is zo'n 10% productieverlies ook genoemd.

Tijdens de workshop zijn drie presentaties gegeven waarin 'worteldruk' vanuit wetenschappelijk- en vanuit praktijkperspectief is benaderd. De presentaties zijn in de bijlagen te vinden.

Vervolgens zijn via een discussie knelpunten besproken en oplossingsrichtingen opgesteld.

Vanuit de wetenschap worden onderwerpen op gebied van waterhuishouding van de plant (waterpotentialen, worteldruk) onderzocht met sensoren; blad pressure patch (WUR), stengeldikte, sapstroom (U. v. Gent). Deze data kunnen dienen als input voor een modelmatige benadering = het ontwikkelen van een softsensor. Het lijkt niet aannemelijk dat worteldruk met een fysieke sensor gemeten zal kunnen worden.

Duidelijk is dat worteldruk een gewasoverschrijdend fenomeen is (glasgroenten, snijbloemen, potplanten). Aangenomen wordt dat er interacties zijn tussen worteldruk enerzijds en klimaatomstandigheden (o.a. VPD) anderzijds. Omstandigheden in de wortelzone (Watergehalte, EC, Temperatuur) zullen ook een bepaalde rol spelen. Onduidelijkheid is er o.a. over precieze effecten en productieverlies als gevolg van worteldruk. De vraag is op welk moment worteldruk niet meer bijdraagt aan het op spanning brengen van cellen en het aanvullen van ionen en osmotische waarde van cellen, maar tot het letterlijk kapot drukken van cellen in bloemen/vruchten, bladeren en stengels? Zijn er belangrijke grenswaarden te vinden? Aangegeven wordt dat worteldruk als gevolg van plotseling wegvallende verdamping en een vertraagde reactie in wateropname door de wortels een heel ander fenomeen is dan de actieve worteldruk die wortels zelf opbouwen.



## 4 Aanbevelingen

De belangrijkste aandachtspunten die uit de workshop zijn gekomen:

Er is behoefte van telers van glasgroenten, snijbloemen en potplanten om de meetbaarheid en het schade-aandeel als gevolg van worteldruk op te helderen, als eerste stappen op weg naar beheersing van gerelateerde problematiek.

Uitgangspunt is het meetbaar en inzichtelijk maken van worteldruk en momenten waarop negatieve effecten van worteldruk optreden. Het lijkt het meest realistisch een softsensor te ontwikkelen op basis van de benadering van UvG- De Swaef. Het moet daarvoor eerst hard gemaakt worden dat de aanname klopt dat de “missende” factor in De Swaefs benadering inderdaad worteldruk is. Parallel hieraan meten van klimaatomstandigheden en plantprocessen. De schade als gevolg van worteldruk kunnen kwantificeren. Als dit duidelijk is dan bepalen of controleren en sturing van worteldruk gewenst is.

## Literatuur

De Swaef, T., Steppe, K. *Linking stem diameter variations to sap flow, turgor and water potential in tomato*. Laboratory of plant ecology, Ghent University.

Garcia, N. *Blauwverkleuring snij-anthurium*. Consultancy Productschap Tuinbouw, 2008.

Heuvelink, E., Kierkels, T. *Broei- en brandkoppen gevolg van problemen met de verdamping*. Onder Glas, nummer 9 2009.

Scheenen, T.W.J. Ea. *Intact plant magnetic resonance imaging to study dynamics in long-distance sap flow and flow-conducting surface area*. Plant Physiology, vol. 144, No2, p. 1157-1165.

Windt, C.W. *Nuclear magnetic resonance imaging of sap flow in plants*. WUR, proefschrift 2007.

Zimmermann, D. Ea. *A novel, non-invasive, online-monitoring, versatile and easy plant-based probe for measuring leaf water status*. Journal of Experimental Botany, Vol. 59, No. 11, pp. 3157–3167, 2008

## Bijlage 1. Lijst met genodigden

naam	gewas/bedrijf
K. Kolk	Hortensia
P. Schrama	Roos
A. Vollebregt	Cyclaam, Hortensia
W.J. Timmer	Hortensia
C. Mans	Gerbera
P ten Have	Begonia
B. den Houter	Gerbera
M.Post	Komkommer
L. van Dijk	Pothortensia
H. de Vries	Alstroemeria
D. van der Knaap	Tomaat
A. van Os	IMAC - Anthurium
J. den Bakker	Komkommer
D. van Leeuwen	Roos
M. Boonekamp	Roos
J. Dings	Komkommer
B. Kolk	Hortensia
R. van Staalduinen	Tomaat
D. Kraaijeveld	PT
G. de Sauvage	GreenQ
E. van der Ven	DLV Plant
W. Holtman	Fytagoras
J. Beerens	Grodan
J. Verbruggen	Rijk Zwaan
P. de Visser	WUR
T. de Swaef	U. v. Gent
K. Steppe	U. v. Gent
J. Bij de Vaate	DLV Plant
D. van Marwijk	DLV Plant

## **Bijlage 2. Presentatie U. v Gent**



## Speaking plant en mechanistisch modelleren: een nieuwe tool in worteldrukonderzoek?

ir. Tom De Swaef  
Prof. dr. ir. Kathy Steppe

tom.deswaef@ugent.be  
www.plantecology.ugent.be

**Wateropname en transport**  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

**Worteldruk?**

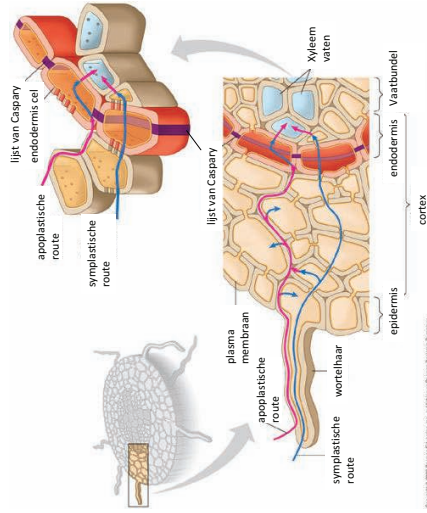
**Besluit**

**Wateropname en transport**  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

**Worteldruk?**

**Besluit**



## Zuigkracht als drijvende kracht voor watertransport *cohesion tension* theorie

**Wateropname en transport**  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

**Worteldruk?**

**Besluit**

**Cohesion** aaneengesloten ketting van watermoleculen in het xyleem van wortel tot blad

Als huidmondjes open en Dampspanningsdeficit } waterverlies onder gasvorm (transpiratie)

**Tension** = zuigkracht op de watermoleculen  
= onderdruk in orde van MPa

## Worteldruk als additionele kracht voor watertransport

- actieve accumulatie van nutriënten in de stele (temperatuur en zuurstof)
- osmotische aanzuiging van water (door lijst van Casparij)
- positieve druk in wortelxyleem: max. 0.5 MPa
- enkel van belang bij afwezigheid van transpiratie

## Fenomenen geassocieerd met worteldruk



- guttatie via hydathoden
- herstel van gecaviteerde xyleemvaten
- transport van calcium bij tomaat
- lente: aanvoer van reservemateriaal voor bloei
- barsten van cellen: direct: gescheurde vruchten, glazige bladgroen, indirect: risico op pathogenen

Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

Worteldruk?

Besluit

## Mechanistisch model: MECHANISMEN

- online meting plantfysiologische processen: SPEAKING PLANT
- begrijpen van plantfysiologische respons op omgevingscondities
- wiskundige vertaling van deze processen
- integratie van verschillende fysiologische processen

Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

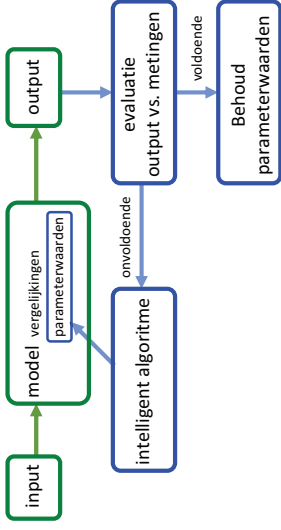
Worteldruk?




Besluit

## Simulatie



### Calibratie



inputvariabele sapstroom SGA10 (Dynamax)	
calibratievariabele stengeldiameter LVDT (Solartron)	
software modelsimulatie PhytoSim (Phyto-IT)	

Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

Mechanistisch model  
model  
mechanismen  
voorbeeld

Worteldruk?

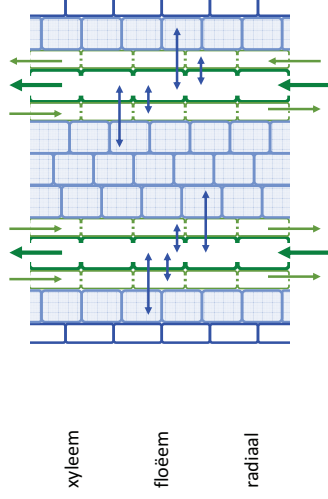
Besluit

### Anatomie van de stengel: tomaat

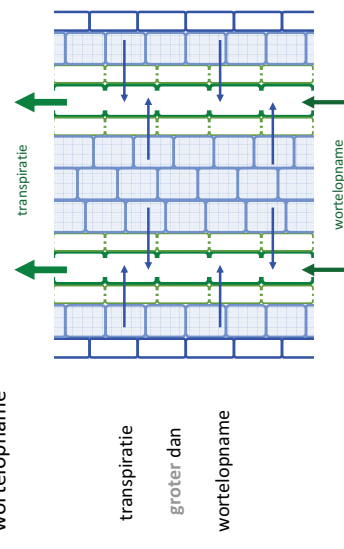


epidermis cortex floeem xyleem merg floeem xyleem cortex epidermis

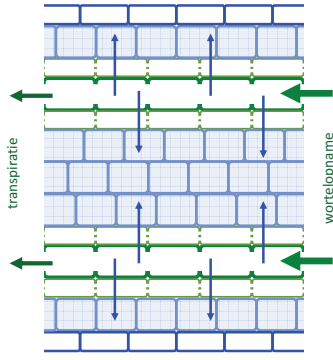
### Watertransport in stengel: 3-ledig



### Radiaal transport: tijdsvertraging tussen transpiratie en wortelopname

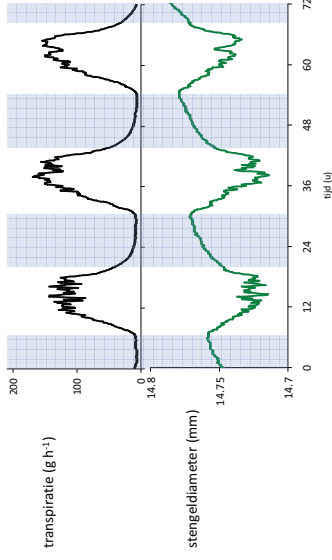


### Radiaal transport: tijdsvertraging tussen transpiratie en wortelopname



transpiratie  
kleiner dan  
wortelopname

### Radiaal watertransport: stengel diametervariaties

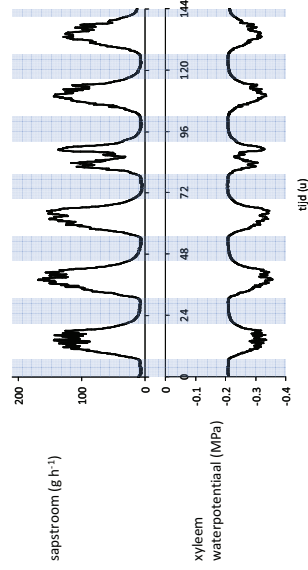


Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

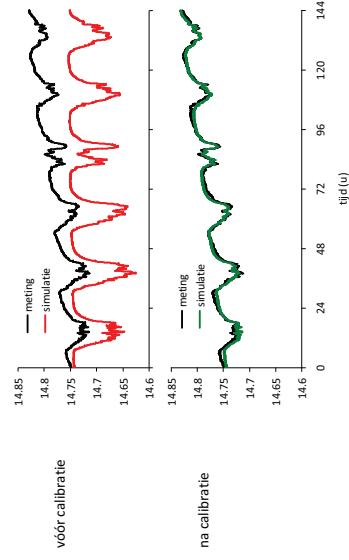
**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

Worteldruk?  
Besluit

### Voorbeeld simulatie: tomaat



### Voorbeeld calibratie: stengeldiameter



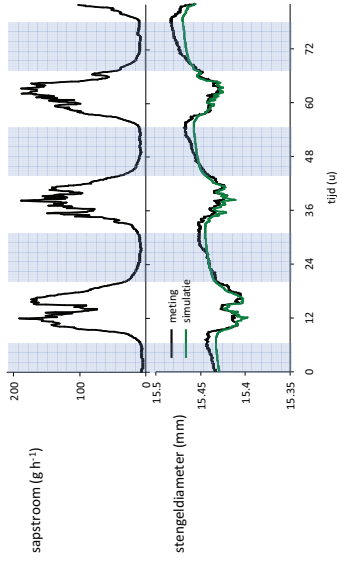
Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

**Mechanistisch model**  
model  
mechanismen  
voorbeeld

Worteldruk?  
Besluit



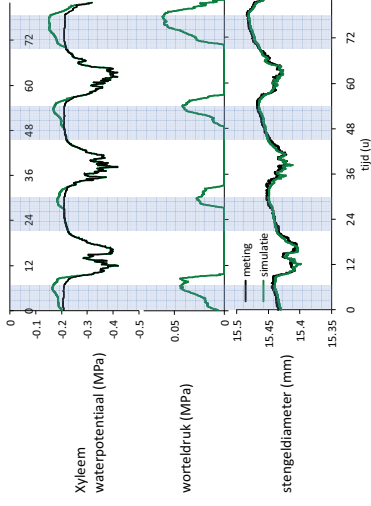
## Quid worteldruk?



## Besluit (1)

- afwijking mechanistisch model met metingen  
ontbrekend mechanisme
- invers modelleren: ontbrekende mechanismen achterhalen
- een mogelijk ontbrekend mechanisme is worteldruk
- MAAR...
- ook andere mechanismen niet uitsluiten: suikerhuishouding

## Kan worteldruk deze afwijking verklaren?



Wateropname en transport  
transport in de wortel  
zuigkracht vs. worteldruk

Mechanistisch model  
model  
mechanismen  
voorbeeld

Worteldruk?

**Besluit**

## Besluit (2)

- Als ontbrekend mechanisme inderdaad worteldruk is
- Experiment met wisselende invloedsfactoren
- Verband tussen worteldruk en invloedsfactoren
- Gebruiken als input voor model

## **Bijlage 3. Presentatie WUR**

# Meten en rekenen aan waterhuis-houding en worteldruk bij tomaat

Pieter de Visser, Wageningen UR Glastuinbouw



## Opbouw presentatie

- Effect milieu (temperatuur, zout, droog, etc.)
- Meten: werk Kang Mo Lee (WUR)
- Conclusies
- Vragen/discussie

## Worteldruk: een actief proces



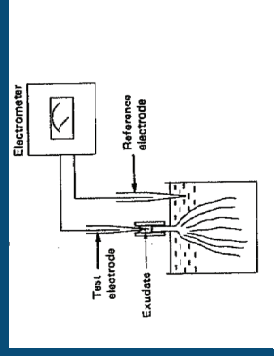
Transpiratievraag: straling op blad, VD, bladmorfologie, kasT

xyeem: weerstand, zuiging, embolie

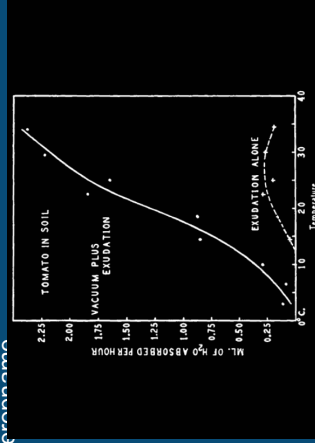
ionenpomp: temperatuur, suikers, water-beschikbaarheid,

Rol van hormonen...

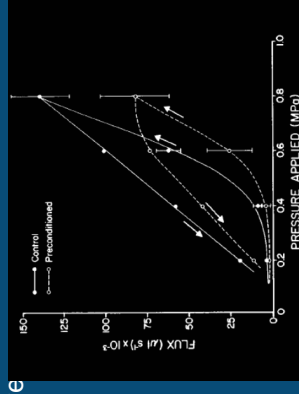
## Worteldruk: pompwerking



## Effecten watervraag en temperatuur op worteldruk

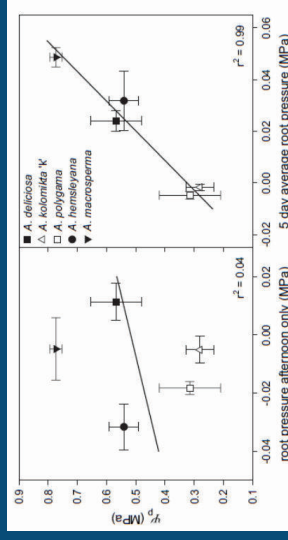


## Aanpassing aan droogte: minder drukke



## Bladturgor afh. van gemiddelde worteldruk

→ Indicatie worteldruk via "patch pressure probes"??

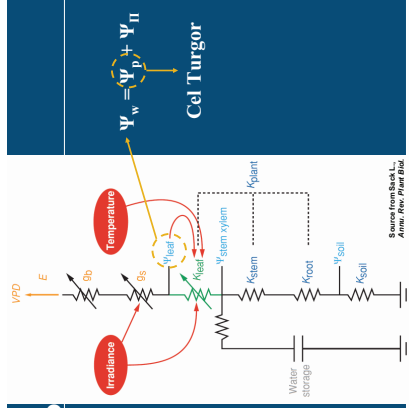


## Werk Kangmo

Transpiratie

Cell Turgor

Opname



Source from Saeki, L. Annu. Rev. Plant Biol. 2008. 79:361-81

## Doel en hypothese

- Doel: Vinden van een water status indicator voor blad voor toepassing onder de dynamische kasklimaatcondities
- Werkhypothese: Relative turgor druk (Pp) van blad patch pressure probe afhankelijk van:
  - Klimaatomstandigheden (straling & VPD),
  - transpiratie, sapstroom en hun wisselwerking

## Materiaal en methode

- Plant materiaal: tomaat (*Solanum lycopersicum* cv. Capricia), geënt op Emperor Op Dec. 23, 2008, stengeldichtheid was 2.5 m<sup>-2</sup>. In week 8 na planten, toename tot 3.3 m<sup>-2</sup>
- Teeltcondities: Semi-gesloten kas (9.6

## **Bijlage 4. Presentatie Rijk Zwaan**

## Worteldruk praktisch bekeken

John Verbruggen  
Cropspecialist tomato Rijk Zwaan B.V.

1 december 2010



## Praktijkvoorbeeld tomaat

ca. 95% geënt op een onderstam

- **Waarom?**
  - Resistenties
  - Groeikracht
  - Uithoudingsvermogen
- **Worteldruk?**



- Introductie
- Praktijkvoorbeeld
- Wat doet worteldruk, praktisch bekeken
- **Waarom wel**
- **Waarom niet**
- Sturingsmogelijkheden
- Veredeling



## Wat doet worteldruk?

- Grotere (meer opgerekte) cellen
- Wenselijk?
  - Soms wel
  - Soms niet



## Waarom niet?

- Zwakkere celwanden?
    - Ziektes
    - Broeikoppen
    - Bladverbranding
    - Bladrandjes
    - Glazige plekken
  - Kwaliteitsproblemen
    - Scheuren
    - Diverse vormen van rot
    - Glazigheid
    - “Drukkers”
- Losse Vruchten



## Waarom wel?

- Grovere/zwaardere vruchten
  - Hogere productie
- Groter blad
  - Meer verdamping
  - Betere lichtonderschepping
- Dikkere/grovere stengels
- Kwaliteit
  - Zonnebrand
  - Minder stugge/flexibelere vruchtwand



## Waarom niet?

- Lengtegroei (icm cultuurras)
  - Trosselen
    - Kniktrossen
  - Arbeid
  - Glasopstanden
- Voller gewas (icm cultuurras)
  - Schaduw
  - Arbeid
- Luchtvochtigheid
- Energieverbruik?



## Sturingsmogelijkheden

- Enkele voorbeelden:
  - Hoeveelheid wortels
  - Activiteit wortels
  - Activiteit gewas



## Sturingsmogelijkheden

- Hoeveelheid wortels
  - Cultuurras
  - Onderstam
  - Omstandigheden groeimedium
  - Beschikbare assimilaten ⇔ kasklimaat icm licht
  - “Crazy roots”



## Sturingsmogelijkheden

- “Activiteit” wortels
  - Worteltemperatuur
  - Omstandigheden groeimedium
    - O.a. vochtigheid substraat
    - Verloop vochtigheid substraat



## Sturingsmogelijkheden

- “Activiteit” wortels
  - Watergift
  - Hoeveelheid
  - Tijdstippen
  - Start/stop
  - Voeding
    - Ec gift
    - Ec groeimedium
      - EC verloop



## Sturingsmogelijkheden

- “Activiteit” gewas
  - Licht
  - Kasklimaat
    - Luchtvochtigheid
    - Gewasstemperatuur
    - Luchting
    - Schermgebruik
    - Buisstemperatuur
    - etc.



## Sturingsmogelijkheden

- Gewashoeveelheid
- Bladoppervlak
  - Bladgrootte
  - Cultuurras
  - Onderstam
  - Aantal bladeren
- Stengelsysteem
- Teeltsysteem



## Sturingsmogelijkheden

Eenvoudig?

Altijd in combinatie / samenhang



## Veredeling

Telers vragen om “krachtige” gewassen met hoge producties en lang uithoudingsvermogen

Die tevens gemakkelijk te sturen, telen en te bewerken zijn



## Veredeling

Complex

Ongeënt vaak “minder hoge worteldruk” en minder uithoudingsvermogen

Enten **de** oplossing?

Diverse rassen/gewassen hebben ook ongeënt voldoende weerstand en uithoudingsvermogen



## Veredeling

Geënt, continue zoektocht naar juiste combinatie

“krachtige” onderstam icm minder “krachtig” cultuurras

“krachtig” cultuurras icm minder “krachtige” onderstam



## Veredeling

- Entbaarheid
- Vergroeiing
- Afwijkingen
  - “Entziekte/golfballen”
  - Open vruchten
- Teeltsysteem
  - 1 op 1
  - Getopt
    - Gelijkheid
    - Oedeem





## Veredeling

Telers vragen om krachtige gewassen met hoge producties en lang uithoudingsvermogen

Die tevens gemakkelijk te sturen, telen en te bewerken zijn

Consumenten vragen om een kwalitatief goed en betrouwbaar product



## Veredeling

Enten: noodzaak/oplossing, of modeverschijnsel?

Wat wil een teler graag zien?



## Veredeling

Ongeacht wel of niet geënt,  
door vele mogelijke combinaties van factoren  
en zelfs tegenstellingen,  
is worteldruk geen uitgangspunt bij het  
veredelen van een cultuurras of onderstam,  
maar.... het speelt wel een rol



**Bedankt voor uw aandacht.**



## Bijlage 5. Vragenlijst workshop

Worteldruk invulformulier

Blz.

2. Bedrijfs- en teeltgegevens
3. Invullen tijdens 1<sup>e</sup> presentatie
4. invullen tijdens 2<sup>e</sup> presentatie
5. invullen tijdens 3<sup>e</sup> presentatie

Bedrijfs- en teeltgegevens

1. bedrijfsnaam:.....
2. contactpersoon + tel. nr:.....
3. gewas + cultivar:.....
4. evt. onderstam:.....
5. substraatype:.....
6. worteldrukproblemen zichtbaar in (aankruisen wat van toepassing is):

Gewasdelen	groeipunt	bloem	vrucht	jong blad	oud blad	stengel	wonden	anders: ..
Gewasfase	Jong gewas		volproductief gewas		oud gewas (leeftijd)			
Merkbaar	in gewas		tijdens oogst		in naoogstfase			
Maand	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	
				aug	sept	okt	nov	dec
Tijdstip	nacht		vroeg ochtend		dag		late middag	avond

7. in woorden: hoe ziet het eruit?  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

8. Schatting productieverlies:..... kg/m<sup>2</sup>.jaar of..... stuks /m<sup>2</sup>.jaar
9. Schatting economische schade €...../m<sup>2</sup>.jaar



Presentatie 2: Meten en rekenen aan waterhuishouding en worteldruk

- Welke onderwerpen uit deze presentatie zijn mogelijk relevant voor worteldrukproblematiek op mijn eigen bedrijf?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Welke onderwerpen zou ik meer uitgediept willen zien?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Welke kennis mis ik nog wat betreft worteldruk?

### Presentatie 3: Worteldruk praktisch bekeken

- Welke onderwerpen uit deze presentatie zijn mogelijk relevant voor worteldrukproblematiek op mijn eigen bedrijf?
  
- Welke onderwerpen zou ik meer uitgediept willen zien?
  
- Welke kennis mis ik nog wat betreft worteldruk?