

# Verdamping in de (LED) belichte groenteteelt

Inleiding t.b.v. workshop LightEvent 2025

26-03-2025

Nieves García, Silvester de Nooijer



# Aanleiding

- Bij telen met full LED en minder energie in winter 2022-23 zijn er in de praktijk problemen ontstaan
    - Houdbaarheid Chrysant
    - Slechte doorkleuring vruchten, kroonschimmel (tomaat)
    - Broeikoppen, bolblad, vrucht abortie (komkommer)
    - Bladranden, rotkoppen, bloemkleur afwijkingen... (diverse gewassen)
  - De problemen werden toegeschreven aan te weinig verdamping
  - Minder verdamping en het kunnen toelaten van hogere RV's bespaart energie
- er is meer kennis nodig over, grenzen van, verdamping (icm LED) bij energiezuinige teeltstrategieën

# Doel en werkwijze

- Doel: Meer kennis opdoen over verdamping, om zo een goede productie en een goed product te kunnen telen met zo laag mogelijke energie-input (binnen veilige grenzen van verdamping)
- Werkwijze
  - Experimenten met drie voorbeeldgewassen (WP's 2,3,4)
  - Valideren meetmethodes verdamping (WP 5)
  - In goed overleg met Begeleiding commissies en met elkaar (samenwerking drie kennisinstellingen)
- De plantkundige kennis en de kennis over meetmethoden omzetten in adviezen voor toepassingen in de tuinbouwpraktijk

# Samenwerking drie kennisinstellingen



Chrysant (in daglichtloze ruimte)



Tomaat (belichte winterteelt in kas)



Komkommer (indoor, later in de kas)



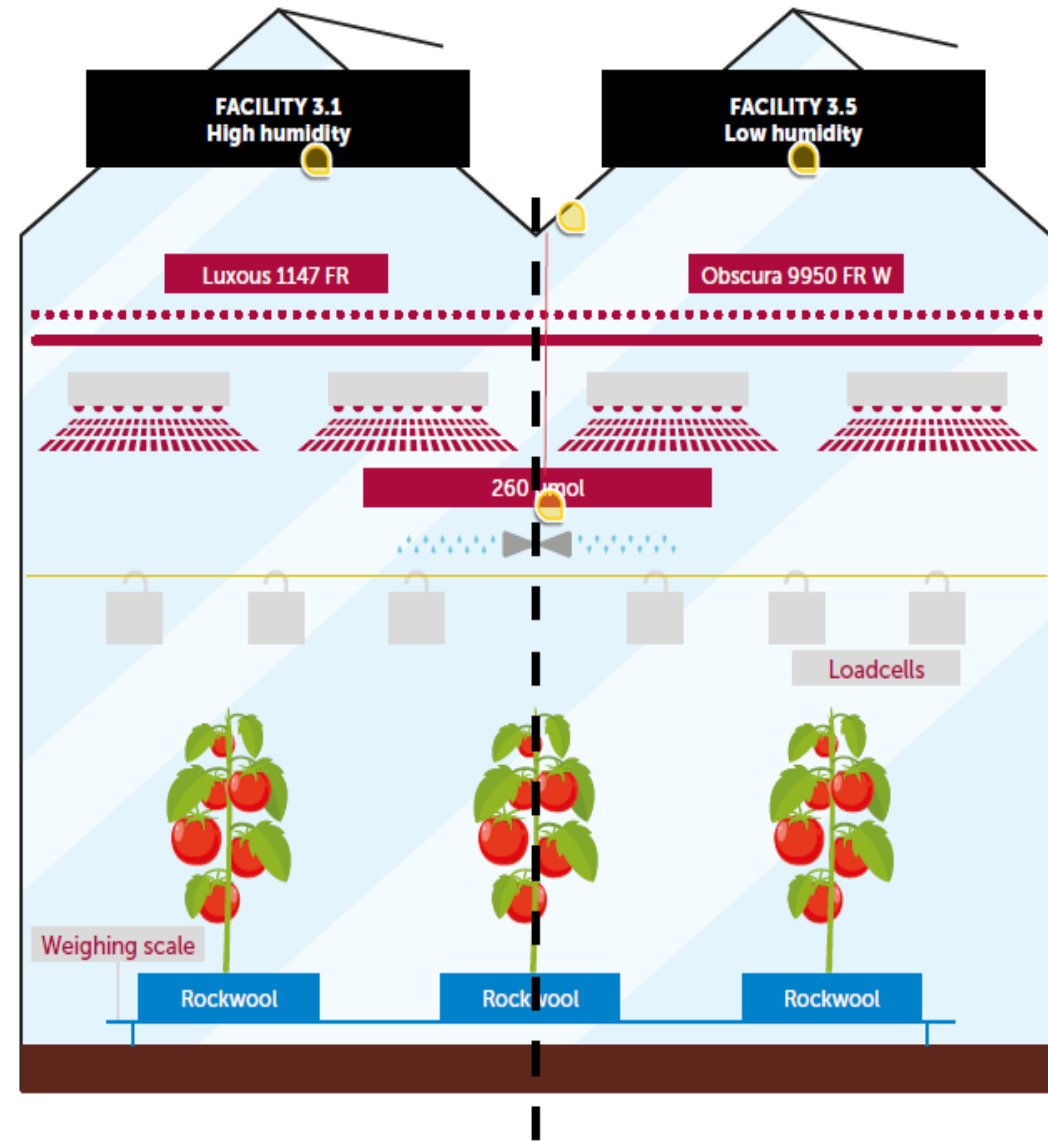
# Delphy Improvement Centre

- ✦ Kasproeven met tomaat onder LED
- ✦ Hoeveel verdamping is nodig voor een tomatengewas?
  - Welke problemen treden op bij te lage verdamping, en wat kunnen we daaraan doen?
- ✦ Verdamping gemeten met waterbalans



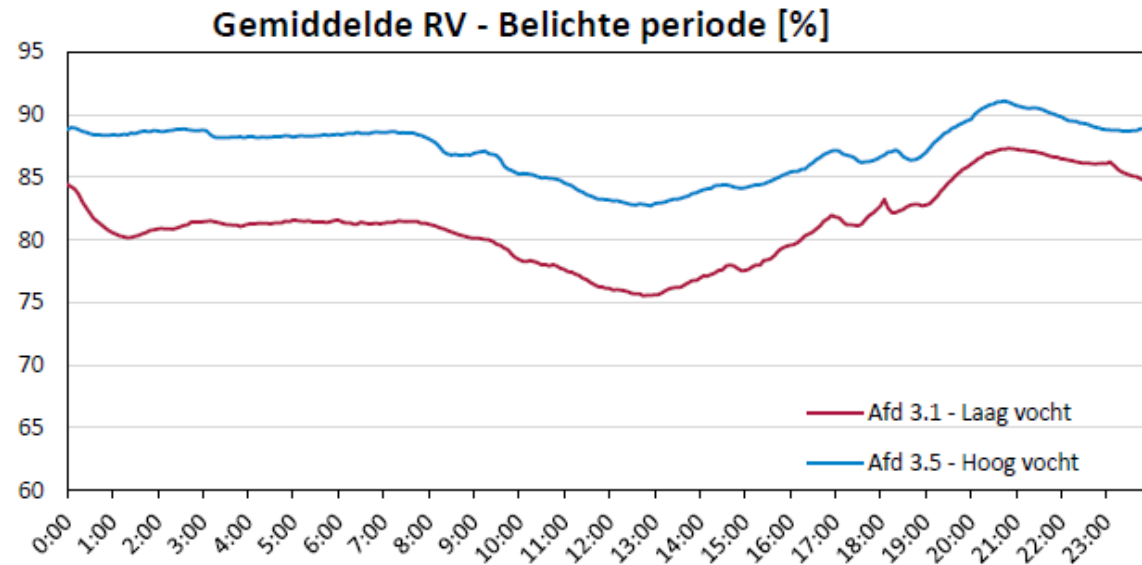
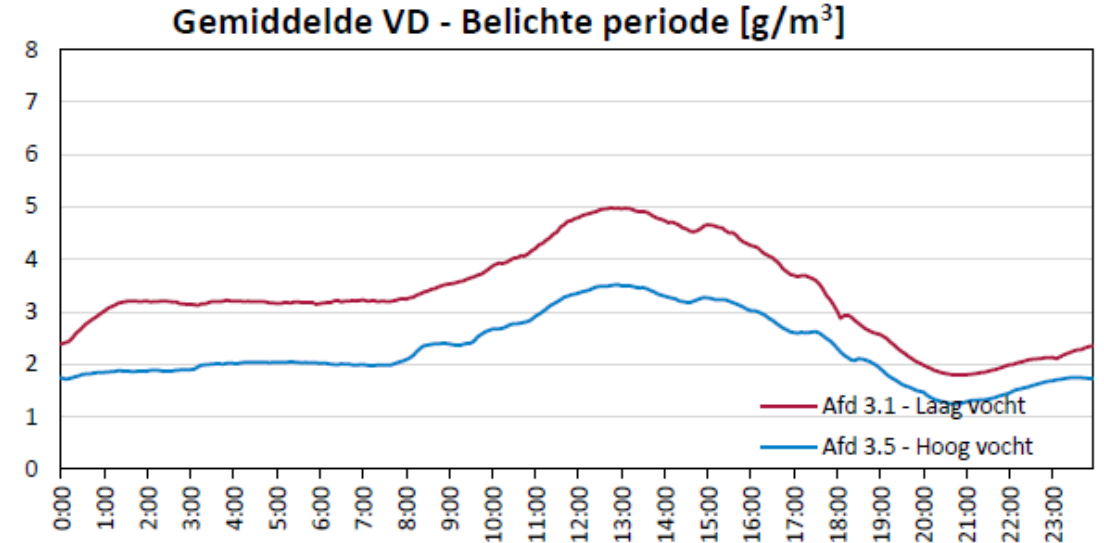
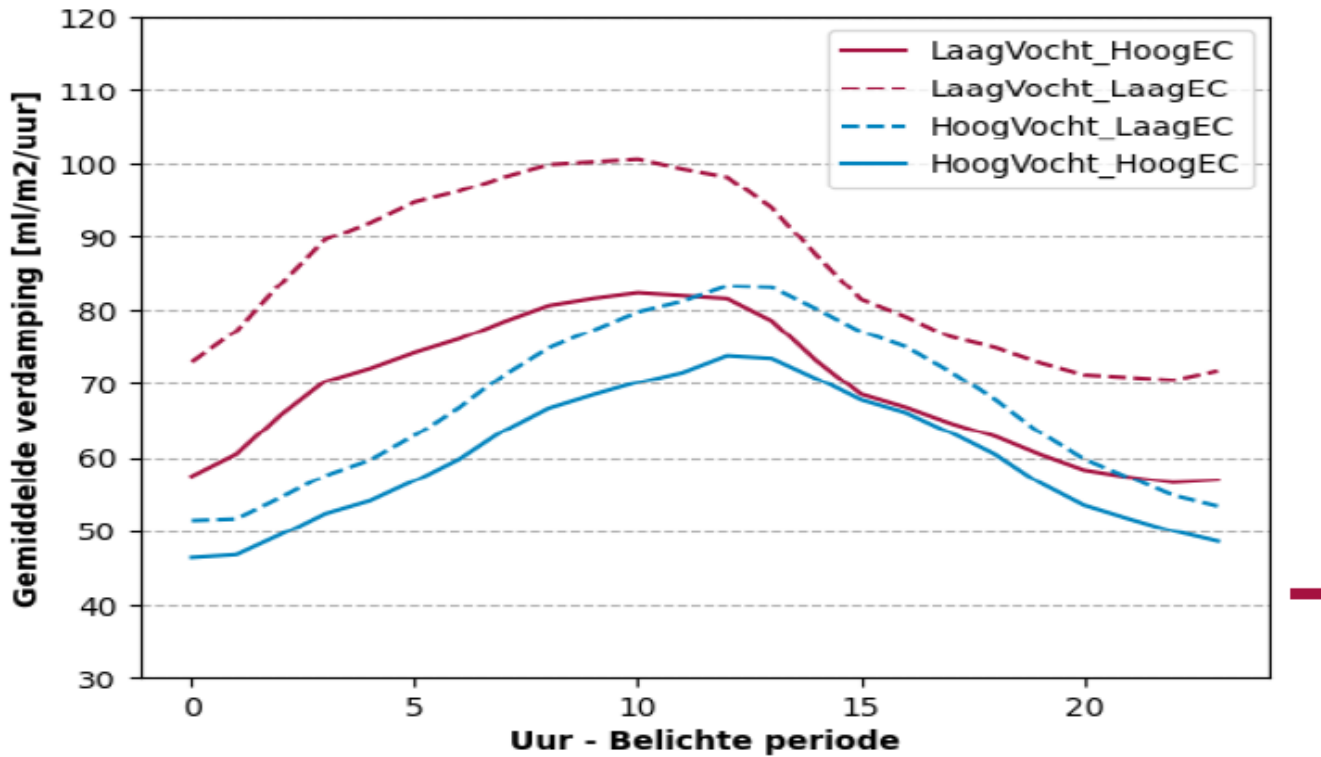
# Proefopzet 2023-2024

- ✦ 2 proefkassen (150m<sup>2</sup>)
  - hoog vocht  
VD in nacht 2.0
  - lager vocht  
VD in nacht 3.0
- ✦ EC behandeling in elke kas
  - Hoog EC  
gift EC 4.5
  - Laag EC  
gift EC 3.5



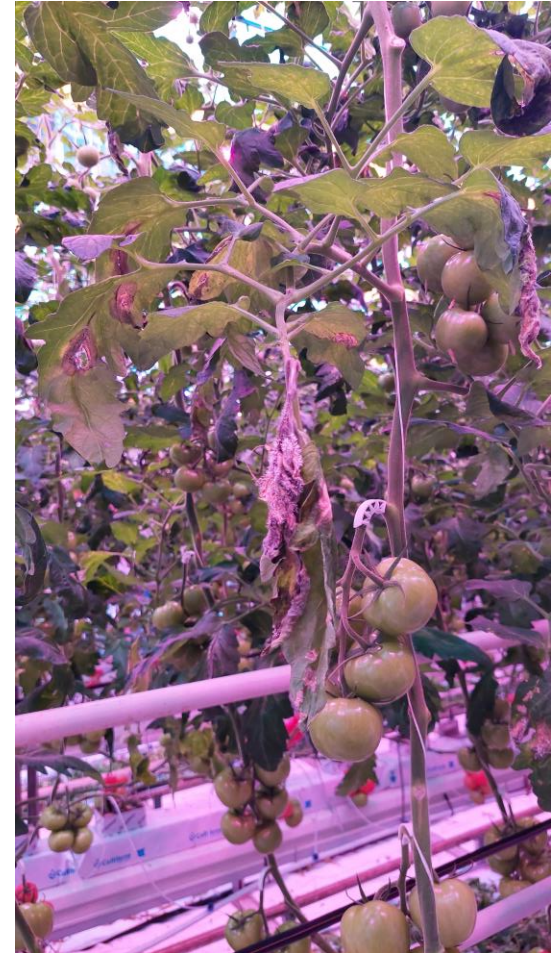
# Resultaat – vocht & verdamping

✚ Conclusie: hoog vocht en hoge EC  
leiden tot minder verdamping



# Effecten op de teelt

- ✦ Optreden van oedeem bij hoog vocht
- ✦ Botrytis aantasting
- ✦ Verminderde verdamping had geen effect op vruchtkwaliteit
  - Geen verschil in wankleur gezien
  - Geen verschil in houdbaarheid
- ✦ Lager vruchtgewicht bij hogere EC en hoger vocht
  - Daardoor (en door botrytis) lagere opbrengst





# Proefopzet 2024-2025

- ✦ Botrytis onder controle houden
  - Luchtcirculatie dmv slurven onder goot
    - Aanzuiging onder het scherm
  - Hoeveel luchtcirculatie is optimaal?
- ✦ Opnieuw 2 kassen (ras: Macxize), nu beide kassen hoog vocht
  - Luchtcirculatie 7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur
  - Luchtcirculatie 16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/uur



# Verdamping meten

- ❖ Waterbalans door middel van loadcells
  - 1 minuut data
  
- ❖ Verdamping =  
gift – drain –  $\Delta\text{mat}$  -  $\Delta\text{plant}$

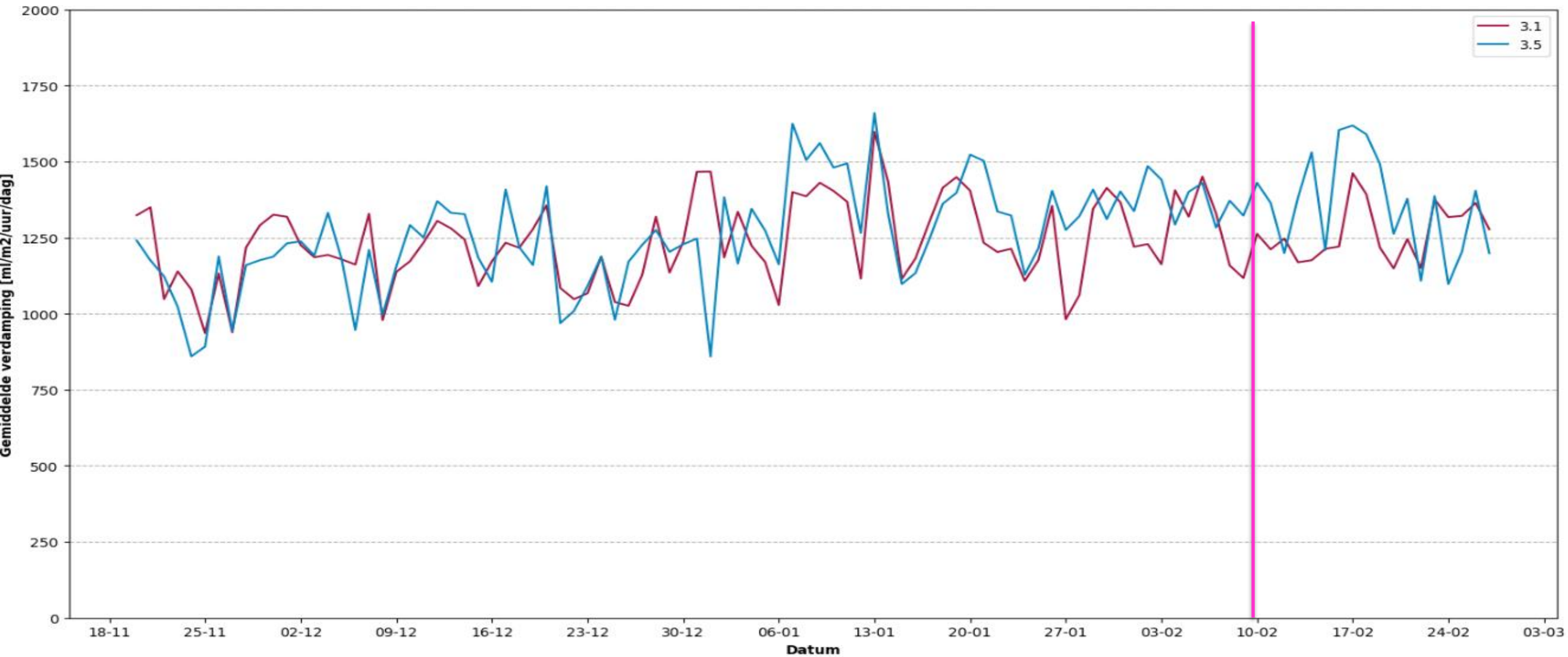


# Eerste resultaten

- ✦ Nog iets lagere verdamping dan in 2023-2024
  - Bevochtiging gebruikt om RV in beide kassen gelijk te krijgen
  - Daardoor nog minder verdamping dan in 2023-2024
  - Botrytis onder controle in beide kassen
- ✦ Vruchtkwaliteit is goed
  - Vruchten wel opnieuw te fijn
  - Opbrengst daardoor lager
- ✦ Bladkwaliteit de limiterende factor

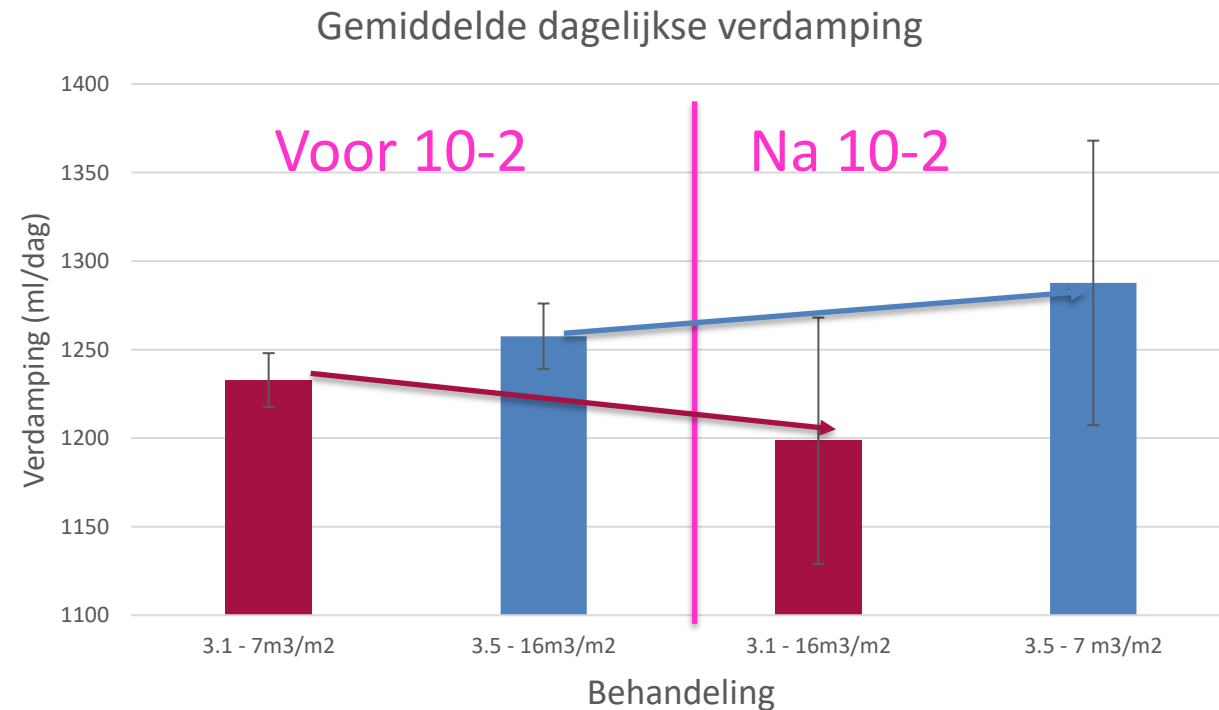


# Verdamping – 20 november tot 28 februari



# Eerste resultaten

- ✦ Dagelijkse verdamping iets lager in 3.1
  - Slurven vanaf 10-2 omgewisseld
- ✦ Hoge luchtcirculatie *vermindert* verdamping



# Voorlopige conclusies

- ✦ Luchtcirculatie is effectief in voorkomen botrytis
  - Ook bij stilstaande lucht
- ✦ Problemen bij hoog vocht
  - Fijne vruchten en daardoor achterblijvende opbrengst
  - Oedeem
    - Te voorkomen door scherm enkele uren per dag te openen?
  - Bladkwaliteit
    - Magnesiumgebrek, te lage opname?
  - Vruchten kleurden in tegenstelling tot de verwachting goed door
    - Omdat wij met dubbele groeibuis telen?
- ✦ Er is een optimum qua luchtbeweging

**Bedankt voor uw aandacht!**



Worldwide Expertise for Food & Flowers

# Komkommer onderzoek bij WUR, opzet

- Ras: Dee Flexion, 2.2 stengels/m<sup>2</sup>
- 2 klimaatcellen → 2 behandelingen per teelt
- Behandelingen gestart vanaf planten
- Lichtintensiteit: 286  $\mu\text{mol PAR}/\text{m}^2 \text{ s}$
- Licht: PAR 16 uur; 16,5 Mol PAR/m<sup>2</sup> dag  
FR 10 uur; 1,7 Mol FR/m<sup>2</sup> dag
- Temperatuur: 24,5/21,5 °C (d/n)
- CO<sub>2</sub>: 600 PPM
- Met RV/VD: verschillende behandelingen om verdamping te sturen





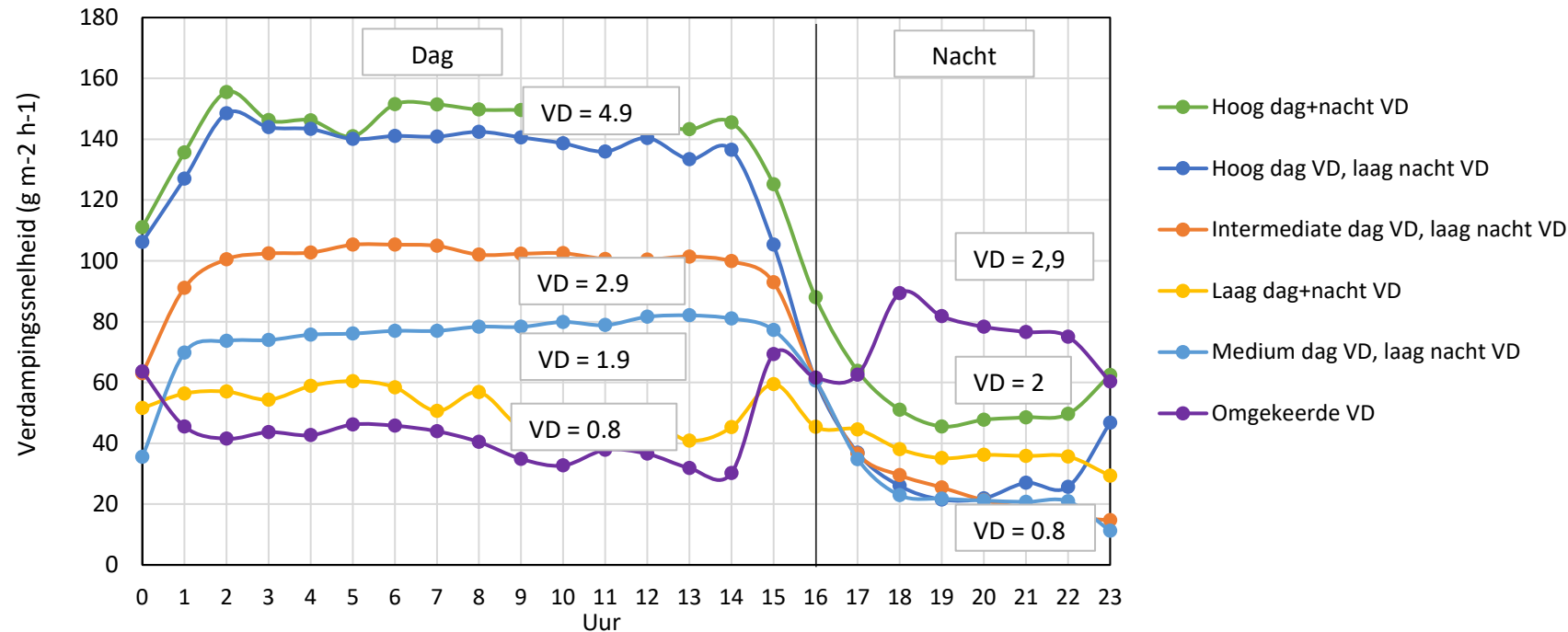
# Komkommer onderzoek bij WUR, behandelingen I

- Teelt 1: Effect van beperkte nacht verdamping vs. onbelemmerde dag verdamping
- Teelt 2: Effect van beperkte nacht verdamping vs. beperkte verdamping dag en nacht.
- Teelt 3: Effect van stimuleren nacht verdamping vs. dag en nacht beperkte verdamping.
- *Teelt 4: Effect van daglengte bij gelijke daglichtsom*

Teelt	Cel	Behandeling	VD (g/kg)			RV (%)	
			Dag	Nacht	24h	Dag	Nacht
1	HWC 1	Hoge d+n VD	4.9	2	3.9	75%	88%
	HWC 2	Hoge dag, lage nacht VD	4.9	0.8	3.5	75%	95%
2	HWC 1	Intermediate VD, lage nacht VD	2.9	0.8	2.2	85%	95%
	HWC 2	Lage d+n VD	0.8	0.8	0.8	96%	95%
3	HWC 1	Medium VD, lage nacht VD	1.9	0.8	1.6	90%	95%
	HWC 2	Omgekeerde VD	0.8	2.9	1.6	96%	82% <sup>18</sup>

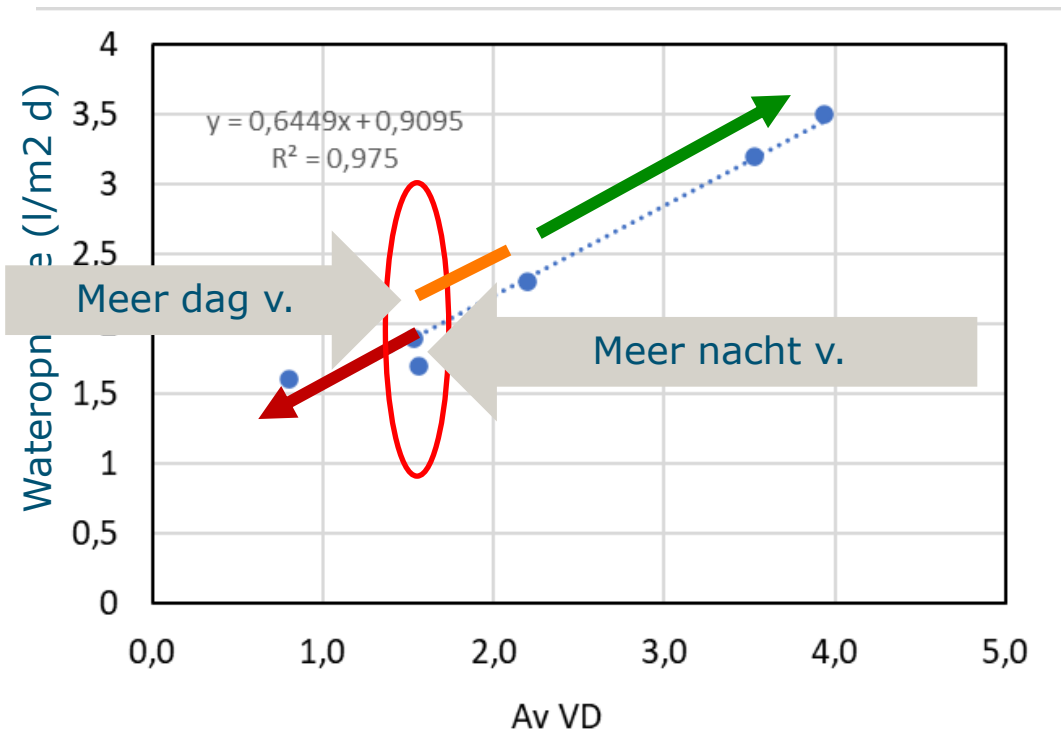
# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten I

Verloop van de verdamping over het etmaal (cyclisch gemiddeld) per behandeling



- Verdamping sterk gecorreleerd aan VD: hoe lager deze, hoe minder verdamping
- Wateropname per etmaal, een “eenvoudigere” maat voor verdamping, correleert even sterk met VD

# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten II



- Verdamping (en wateropname) zijn afhankelijk gemiddelde 24u VD
- Te weinig wateropname = slecht gewas (*broeikoppen, bolblad, abortie, lagere productie*)
  - $>2.3 \text{ l/m}^2\text{dag}$  == goed
  - $<1.9 \text{ l/m}^2\text{dag}$  == slecht
- *Stimuleren nachtverdamping bij beperkte dagverdamping leidt niet tot meer opname en ook niet tot een beter gewas noch productie.*

# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten III



Wateropname > 2.3 l/m<sup>2</sup> etmaal == goed

- Goed gewas, goede productie
- Geen afwijkingen
- Geen abortie

Wateropname < 1.9 l/m<sup>2</sup> etmaal == slecht

- Bolblad en broeikoppen
- Slechte opvolging
- Abortie
- Flesvormige vruchten (3,2%DS)

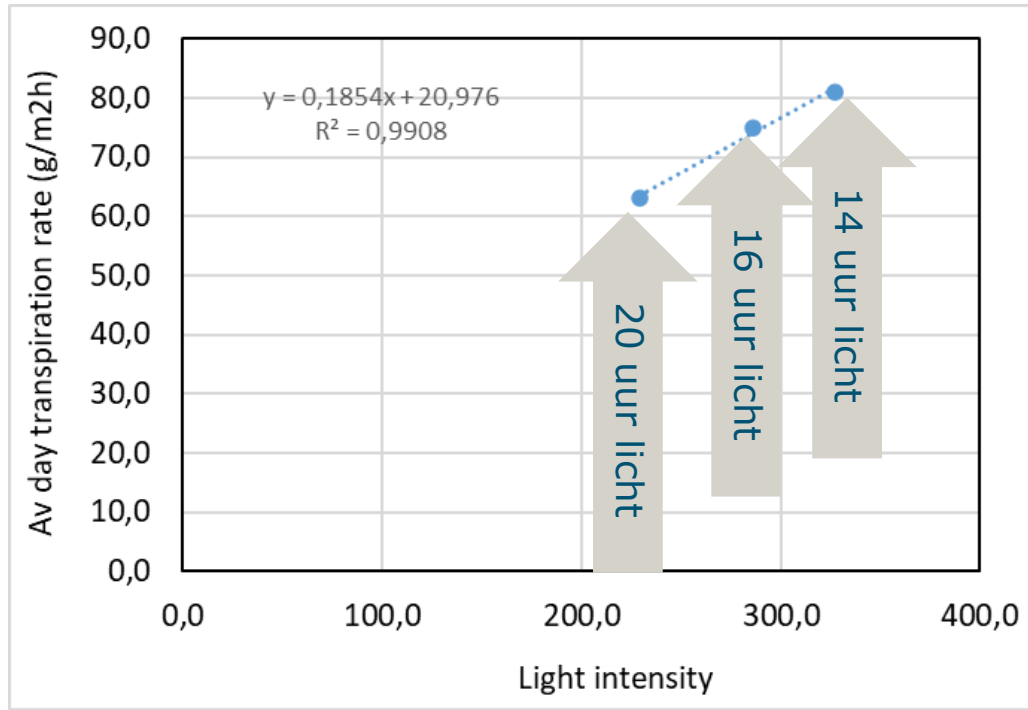


# Komkommer onderzoek T4 bij WUR, behandelingen II

- De getoonde resultaten gelden bij een gelijke daglichtsom (16.5 Mol/m<sup>2</sup>d)
- En gelijke daglengte (16 uur)
- Maar: wat als we dezelfde lichtsom verdelen over een langere of een kortere dag (20 uur / 14 uur) bij verdamping beperkende condities?
- Dat hebben wij in de allerlaatste proef onderzocht:

	Lichtintensiteit μmol PAR/m <sup>2</sup> s	Daglengte uur PAR	Daglengte uur FR	DLI PAR	FR	Dag VD	Nacht VD	24h VD
Referentie	286	16	8	16.5	1.7	1.9	0.81	1.56
<b>Langere dag</b>	229	20	8	16.5	1.7	1.9	0.81	1.65
<b>Kortere dag</b>	327	14	8	16.5	1.7	1.9	0.82	1.5

# Komkommer onderzoek T4 bij WUR, Resultaten II



- Dagverdamping (wateropname) zijn afhankelijk van lichtintensiteit (bij gelijke DLI).
- Daglichtsom DLI verdeeld over meer uren geeft gewasproblemen (bladvlekken, minder chlorofyl, lagere fotosynthese, abortie, lage productie. Wateropname net over de "grens" van 1.9 l/dag (minder vruchten), geen verdamping verschil.
- Komkommers puntvormig met lage ds% (2.5%) vermoedelijk suiker gebrek!

# Komkommer onderzoek T4 bij WUR, Resultaten II



“Kortere” dag  
14 uur PAR  
waarvan 8 uur FR



“Langere” dag  
20 uur PAR  
vaarvan 8 uur FR

Is 4 u  
nacht te  
kort?



Zijn er te  
weinig  
uren met  
FR?

Verlenging teelt



“Kortere” dag  
18 uur PAR  
waarvan 8 uur FR



“Langere” dag  
20 uur PAR  
vaarvan 20 uur FR

Resultaten verlenging:  
20h PAR MET 20h FR geeft sterke  
verbetering, en 18 uur met 8 uur FR  
verslechtert!

# Komkommer onderzoek bij WUR, samenvatting

- Verdamping (en wateropname) zijn afhankelijk gemiddelde 24u VD.
- Maar: een lage verdamping overdag Kan Niet met een hoge verdamping 's nachts worden gecompenseerd: *de verdamping stijgt maar wateropname blijft achter.*
- Te weinig wateropname = slecht gewas (*broeikoppen, bolblad, abortie, lagere productie, vrucht vervorming -fles- met hoge ds*). Dit is niet het gevolg van onvoldoende opname van mineralen (geen verschillen in de analyses).
- De minimale wateropname (bij 16,5 Mol PAR en daglengte 16 uur) ligt ergens tussen 1,9 en 2,3 l/m<sup>2</sup>dag of 117 en 139 ml/ mol PAR (*producerend gewas!*)
- De verdamping overdag (en ook 'snachts) bij gelijke lichtsom en laag VD is afhankelijk van de lichtintensiteit.
- Bij gelijke lichtsom en laag VD is er minder fotosynthese als het licht verdeeld wordt over meer uren (kortere nacht) en minder FR uren. Dat leidt ook tot gewasproblemen (ANDERE: *bladvergeling, bladvlekken, bladrandjes, abortie, zeer lage productie, vrucht vervorming -puntig- met lage ds*). Die zijn het gevolg van te weinig suikers. Voldoende uren FR licht kan hier verbetering in brengen.



# Discussie

Welke vragen leven er nog?

Met medewerking van onze collega's

Caterina Carpineti

Jos Paul

Anna Okula

Luca Coppola

Gert Vletter

Jaco Den Bakker

En van de leden van de BCO



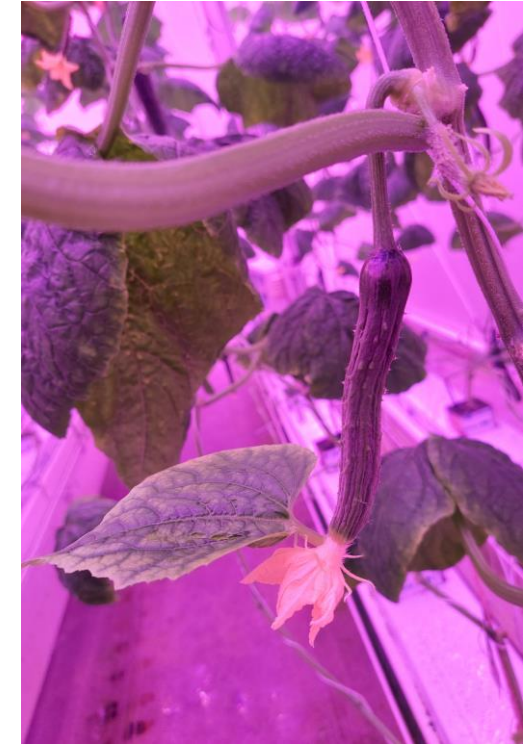
# Proef 3

## Medium VD (dag 1,9/nacht 0,8)



- Verbeterd tov dag VD 0,8
- Broeikop, bolblad, vruchtvervormingen
- Vegetatief

## Omgekeerde VD (dag 0,8/nacht 2,9)



- Minder dan Medium VD
- Broeikop, bolblad, vruchtvervormingen
- Heel vegetatief

# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten V

## Productie in 7 weken teelt

- Teelt 1: - Geen verschillen in productie met lage nacht VD, bij hoge dag VD
- Teelt 2: - Intermediate dag VD zelfde als hoge dag VD teelt  
- Lage dag+nacht VD lagere productie, misvormde vruchten
- Teelt 3: - Medium dag VD lagere productie, maar beter als lage dag+nacht VD  
- Omgekeerde VD niet veel betere productie als lage dag+nacht VD

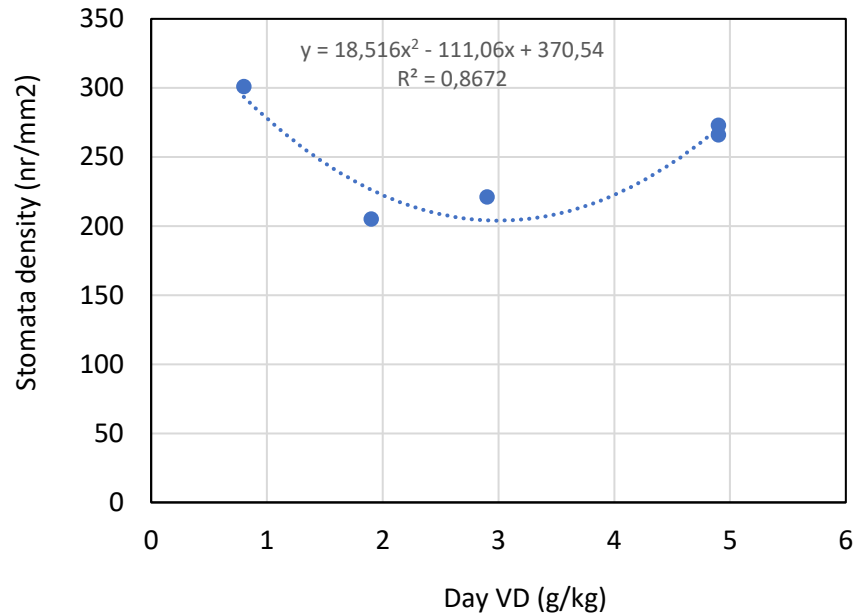
Teelt	Behandeling	VD instellingen (g/kg)			7w productie	
		Dag VD	Nacht VD	24h VD	Opbrengst (kg/m <sup>2</sup> )	Vrucht kwaliteit
1	Hoog dag+nacht VD	4.9	2	3.9	22	Goed
	Hoog dag VD, laag nacht VD	4.9	0.8	3.5	21.8	Goed
2	Intermediate dag VD, laag nacht VD	2.9	0.8	2.2	22.2	Goed
	Laag dag+nacht VD	0.8	0.8	0.8	17.4	Misvormd
3	Medium dag VD, laag nacht VD	1.9	0.8	1.6	19.8	Goed+misvormd
	Omgekeerde VD	0.8	2.9	1.6	18.2	Misvormd+goed

# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten VI

## Verdamping en wateropname

Teelt	Behandeling	VD instellingen (g/kg)			Wateropn. & verd. tijdens productie fase			
		Dag VD	Nacht VD	24h VD	Water opname (L m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	Water opname (mL/mol)	Verdamping (L m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	
1	Hoog dag+nacht VD	4.9	2	3.9	3.5	212	3	← goed
	Hoog dag VD, laag nacht VD	4.9	0.8	3.5	3.2	194	2.7	
2	Intermediate dag VD, laag nacht VD	2.9	0.8	2.2	2.3	139	1.8	← Niet goed
	Laag dag+nacht VD	0.8	0.8	0.8	1.6	97	1.1	
3	Medium dag VD, laag nacht VD	1.9	0.8	1.6	1.9	117	1.4	← Niet goed
	Omgekeerde VD	0.8	2.9	1.6	1.7	101	1.1	

# Komkommer onderzoek bij WUR, resultaten VII



- Geen effect van nacht VD op stomata dichtheid bij hoge dag VD