



Fotosynthese response op licht(kleur),
 CO_2 en T.

Recente ontwikkelingen uit onderzoek.

Plant Dynamics B.V.
Sander Pot

Thema bijeenkomst Energie Bromelia en Potanthurium
12 mei 2015



Financiering
onderzoek :



Ministerie van Economische Zaken

Contactpersonen programma 'Kas als Energiebron':

Leo Oprel

l.oprel@minez.nl

Dennis Medema

dmedema@ltoglaskracht.nl

Coördinatie BCO:



Inhoud

- Korte inleiding over fotosynthese
- Onderzoek “Meer rendement uit licht en CO₂”
- Onderzoek “Activeren fotosynthese door sturing op huidmondjesopening”.
- Discussie / conclusie / aanbeveling

Fotosynthese hangt af van:

- Licht (belichting / schermen)
- CO₂ (dosering)
- Luchtvochtigheid (bevochtigen / ontvochtigen)
- Temperatuur (koelen / verwarmen)

Lichtkleur?

Moment van
de dag?

Seizoen?

Ras?

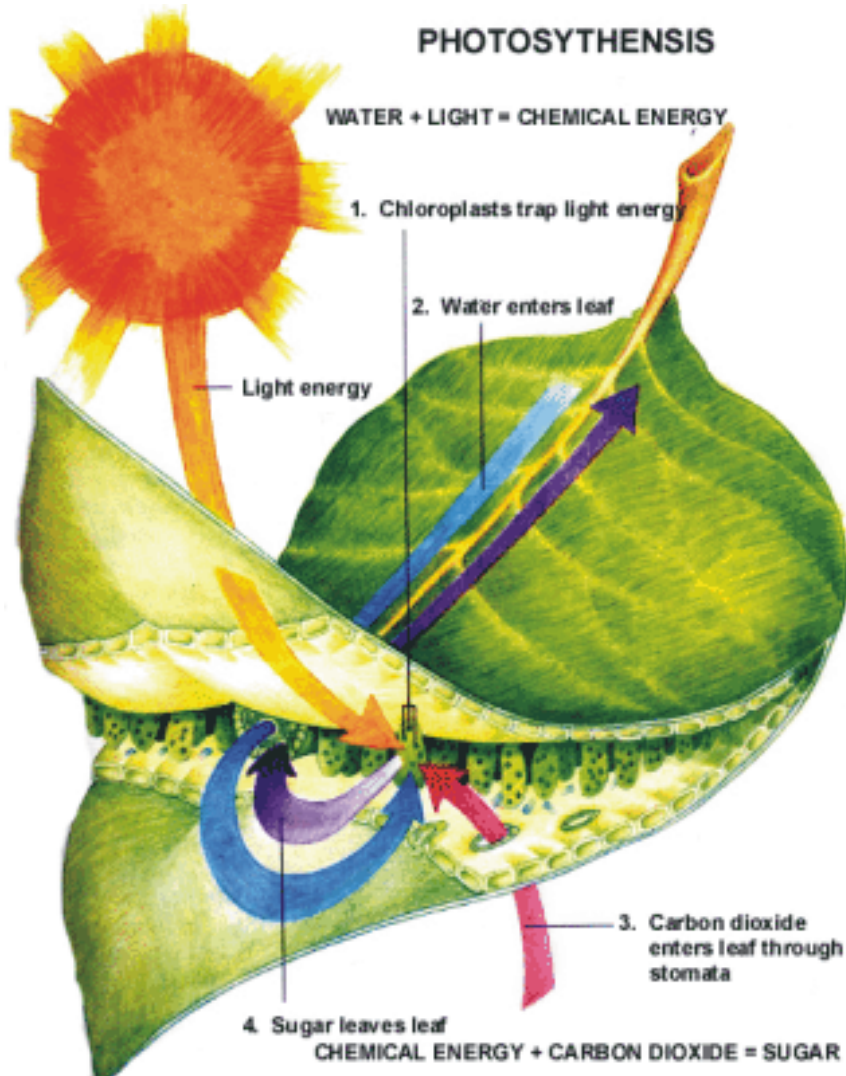
Fotosynthese: de basis van gewasgroei!

Primaire bouwstoffen:

- CO₂ & water

Energiebron:

- licht



Fotosynthese:

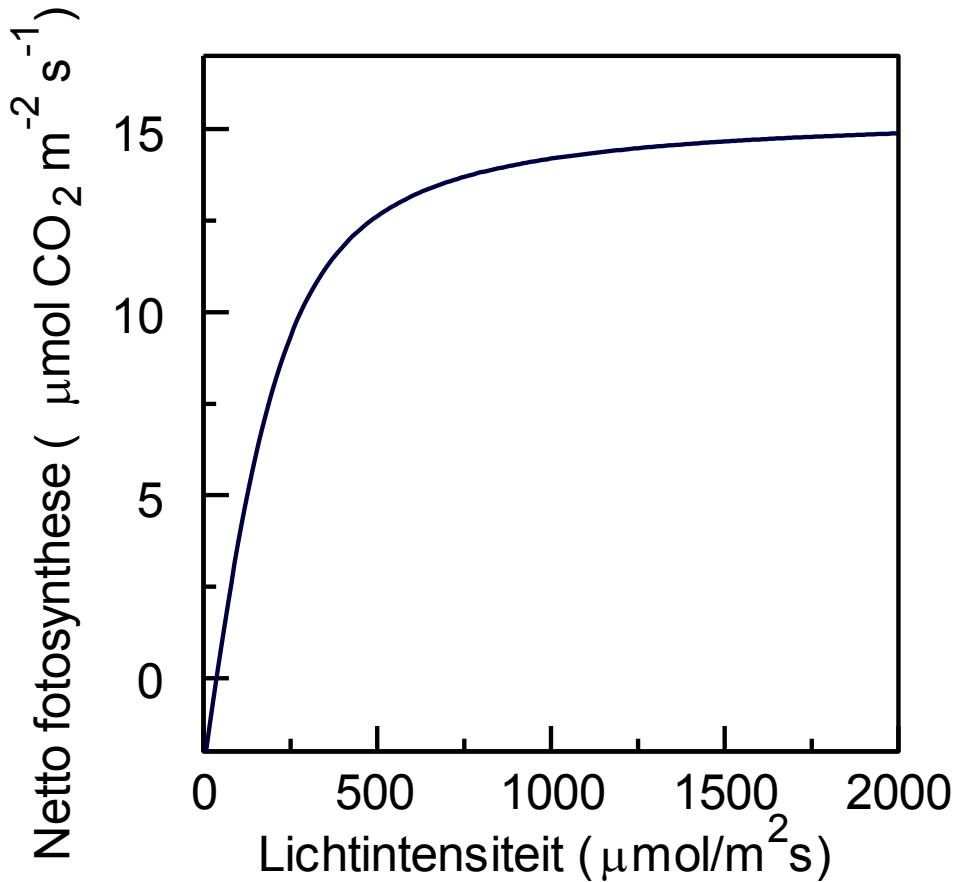


Regeling snelheid proces:

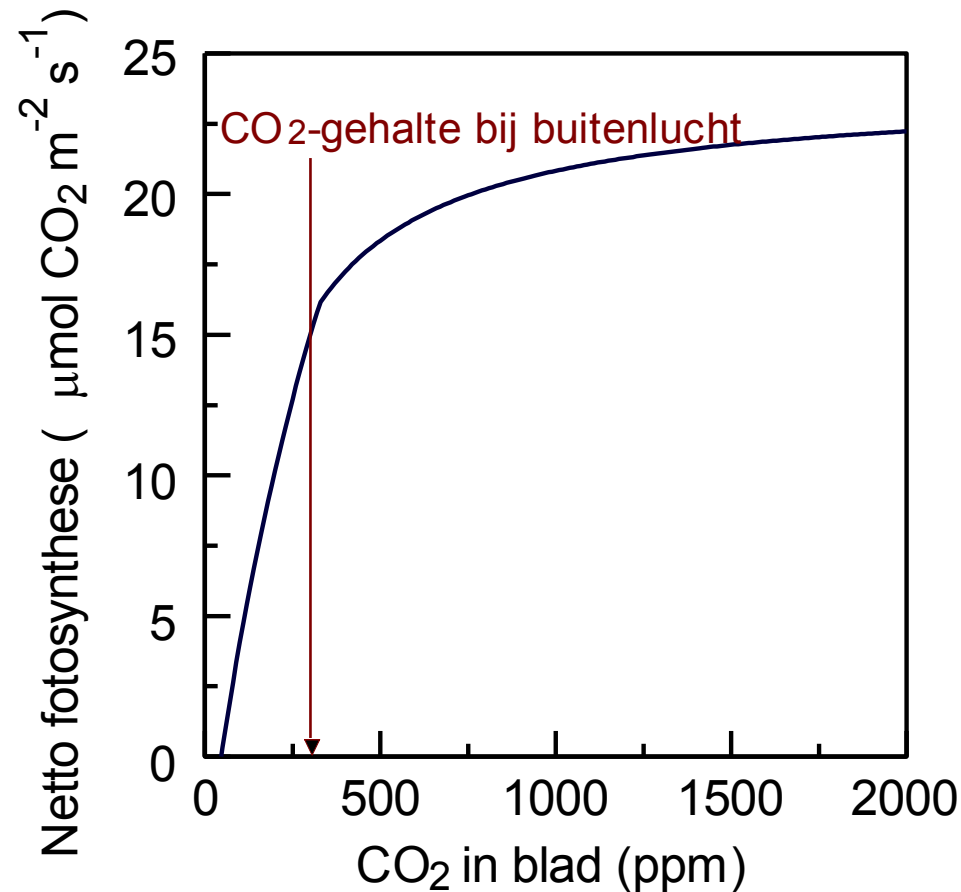
- temperatuur

Secundaire bouwstoffen:

- nutriënten (omzetting suikers in eiwitten etc.)



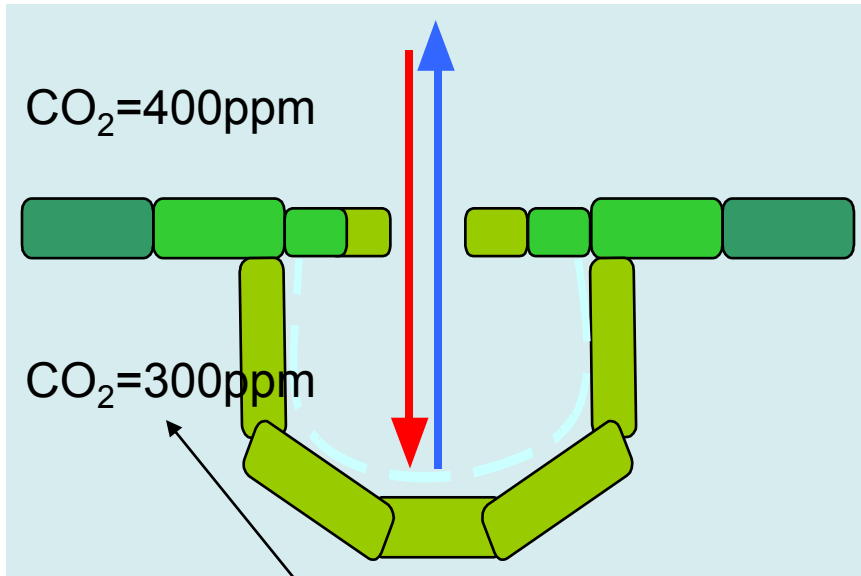
- Bij laag licht: 1% meer licht= 1% meer fotosynthese
- Hoger lichtniveau: 1% meer licht < 1% meer fotosynthese
 - Beperking door CO_2 opname (bouwstoffen)
 - Beperking door eiwitten in blad (machinekamer)
- Bij heel veel licht: 1% meer licht= 0% meer fotosynthese



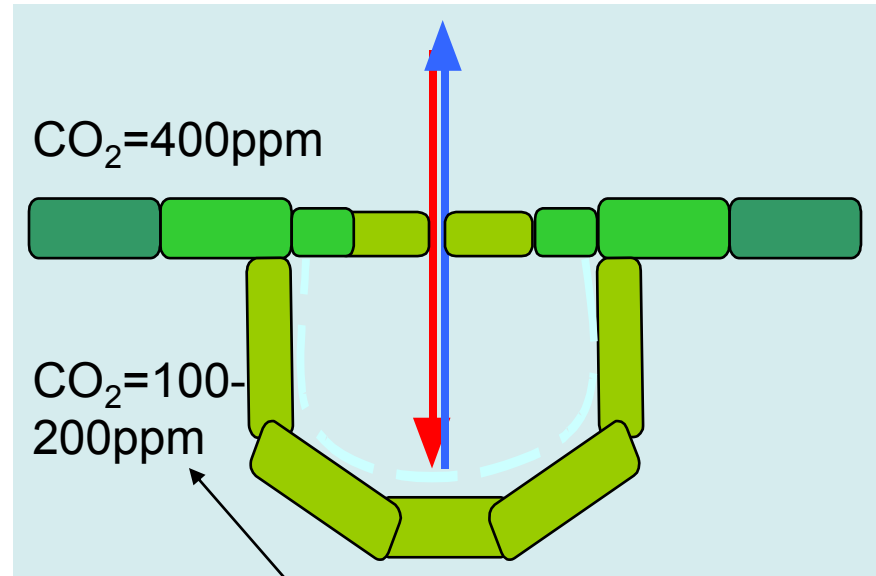
- Beperking CO₂ opname op te lossen door toevoegen CO₂
- CO₂ respons lijkt op lichtrespons!
 - eerst enorme toename fotosynthese, daarna afvlakking
 - hoog CO₂ heeft ook nadelen:
 - rookgasverontreiniging
 - 'luie huidmondjes'

Belang van huidmondjes voor CO_2 opname

Normaal huidmondje:



Knijpend huidmondje:



Normaliter is de concentratie CO_2 in de bladholtes iets lager dan in de buitenlucht, bij knijpende huidmondjes is dit echter fors lager!

Het meten van de CO₂ opname (fotosynthese).



- Licht, CO₂, temperatuur en vocht zijn instelbaar

Meten van CO₂ opname



Licor-6400

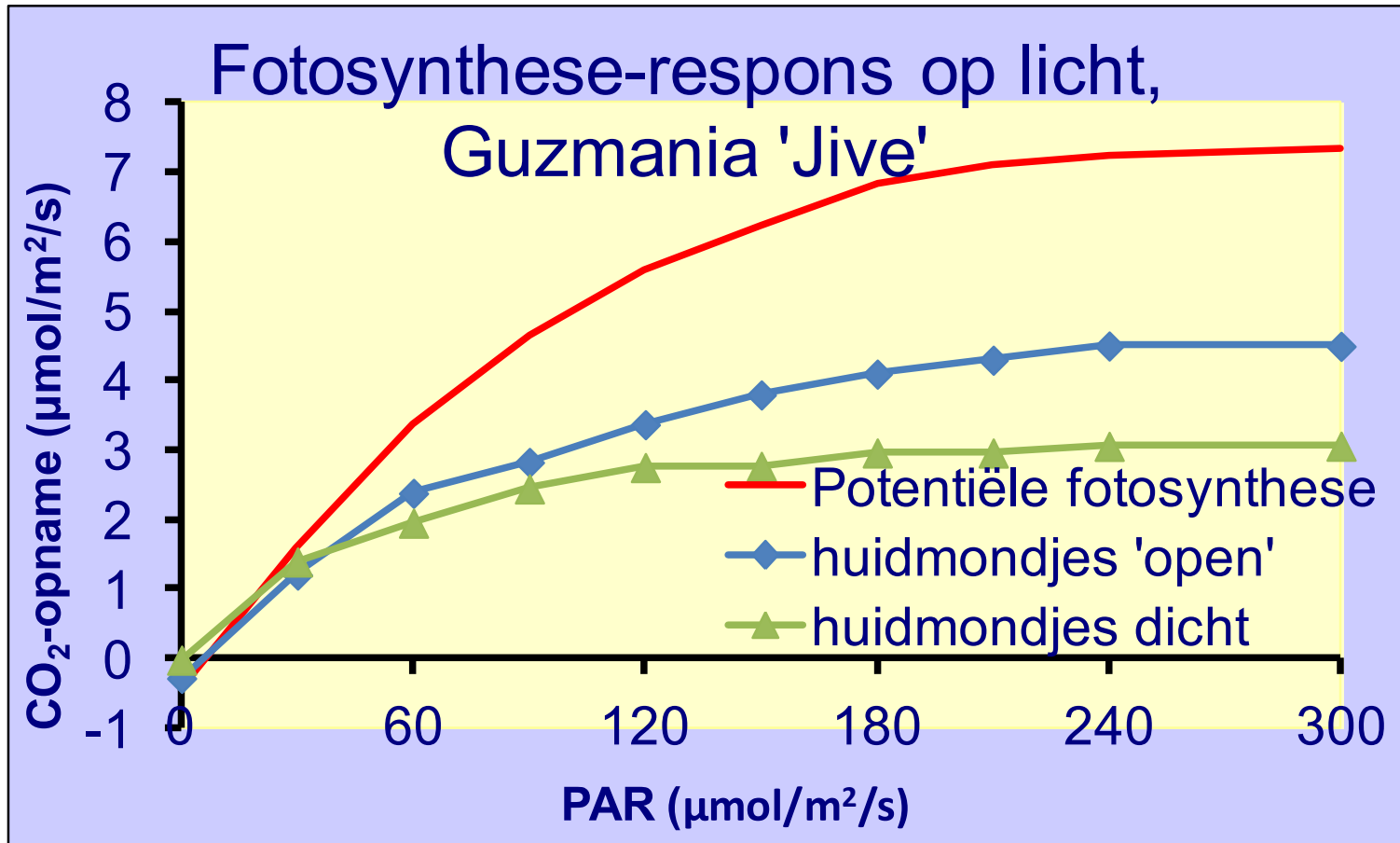




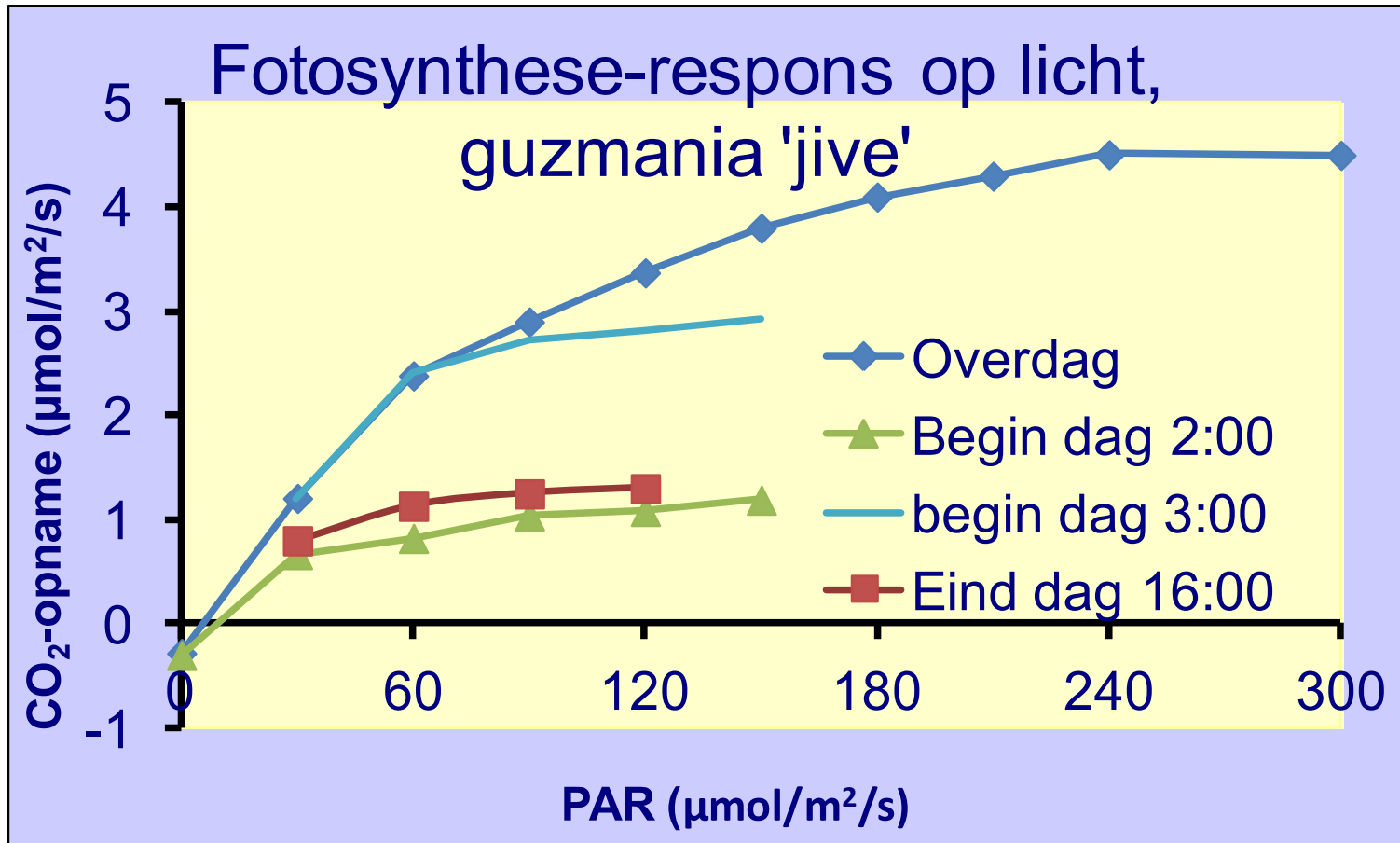
Protocol

- Op basis van de resultaten uit het onderzoek “Meer rendement” is een protocol gemaakt per gewas (Phalaenopsis, Bromelia, Kalanchoë, Ficus, Spathiphyllum, Potchryasant, Lelie, Lisianthus, Snijchryasant)
- Het protocol geeft o.a. de grenswaarden voor een maximale benutting van licht en CO₂ in tabellen en grafieken weer.
- De rapporten (met protocol als bijlage) zijn te downloaden van de site www.kasalsenergiebron.nl

Greep uit de resultaten:

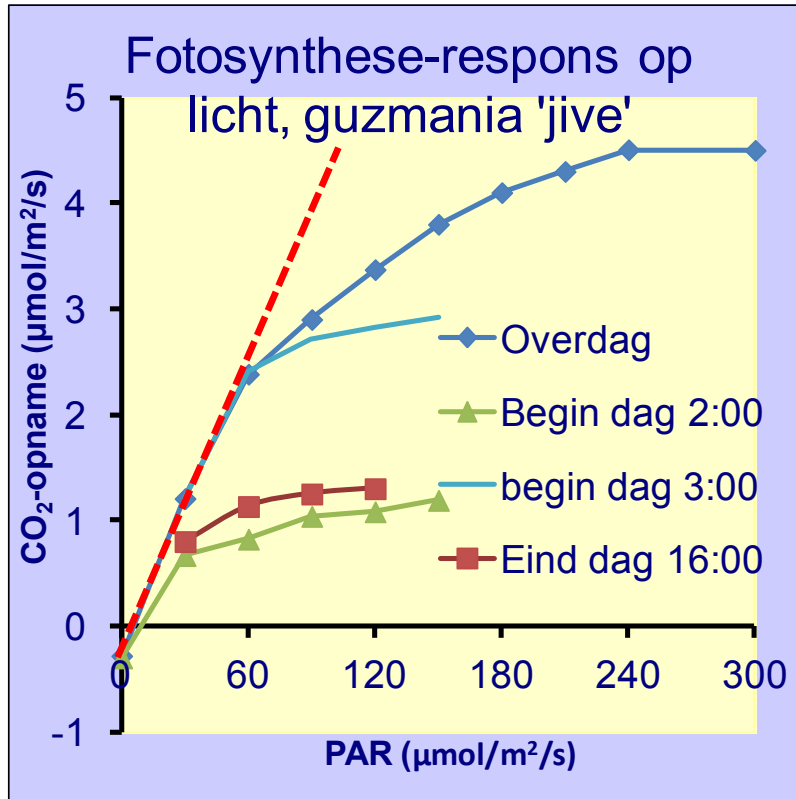


- Gerealiseerde fotosynthese laag door geknepen huidmondjes (lage G_s)
 - Is dit op te lossen? In proefkas was RV 80%!
- Vriesea 'Style' gaf zelfde patroon



- Duidelijk een 'opstart' effect!
- Overdag Gs nog 'redelijk' maar loopt aan einde dag snel terug.
- NB Resultaten voor Vriesea "style" waren vergelijkbaar!

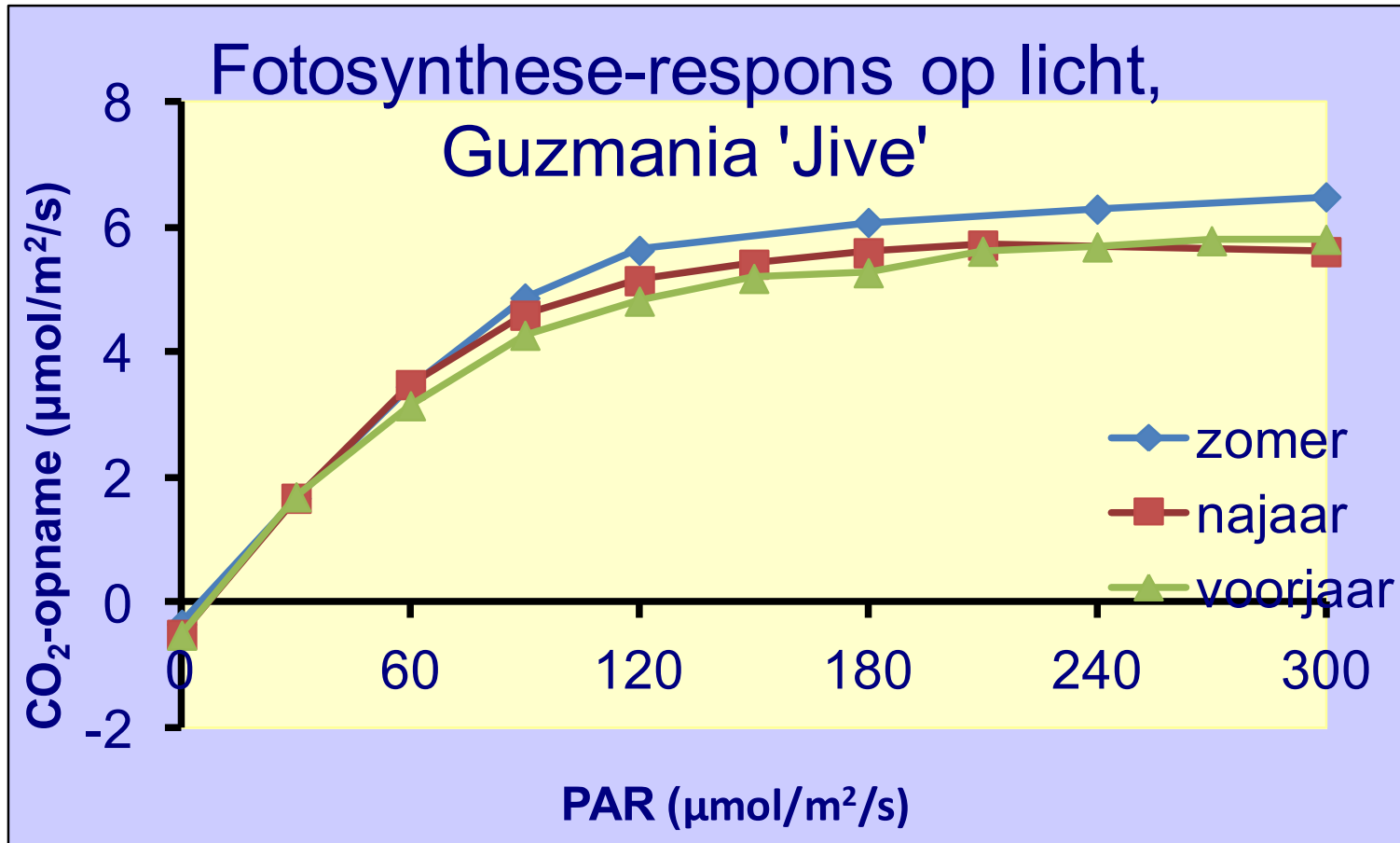
Optimale lichtintensiteit daglicht+lamplicht



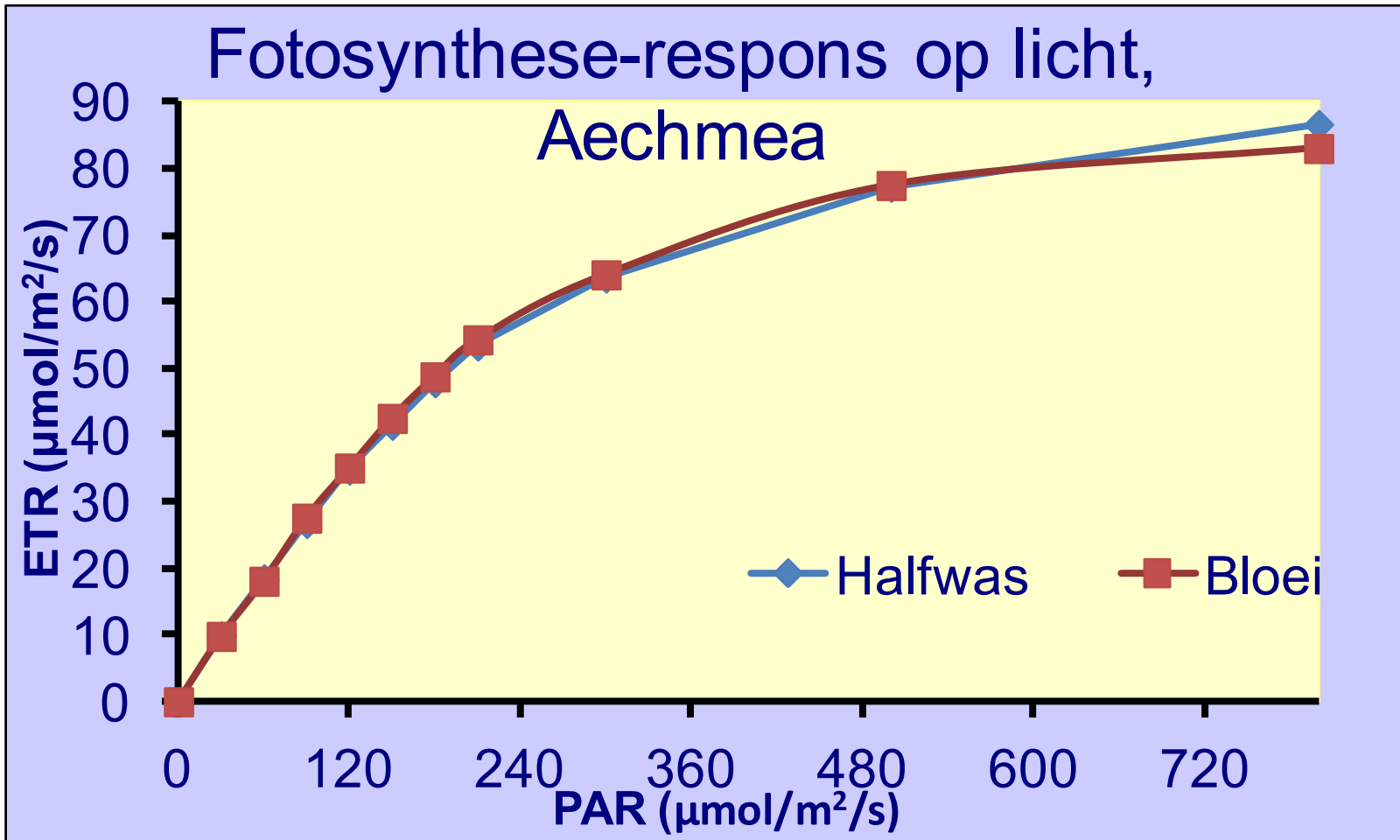
PAR daglicht + lamplicht	Begin dag (3:00 uur, 1 uur dag)	Overdag	Eind dag
0-30	100%	100%	94%
30-60	100%	100%	28%
60-90	26%	63%	10%
90-120	9%	31%	4%
120-150	8%	20%	
150-180		14%	
180-210		10%	
210-240		4%	
240-270		3%	
240-300		3%	

- Boven 60 µmol verlies aan rendement (vergelijkbaar met najaar)
- Eind dag: bij 30 µmol al verlies aan rendement

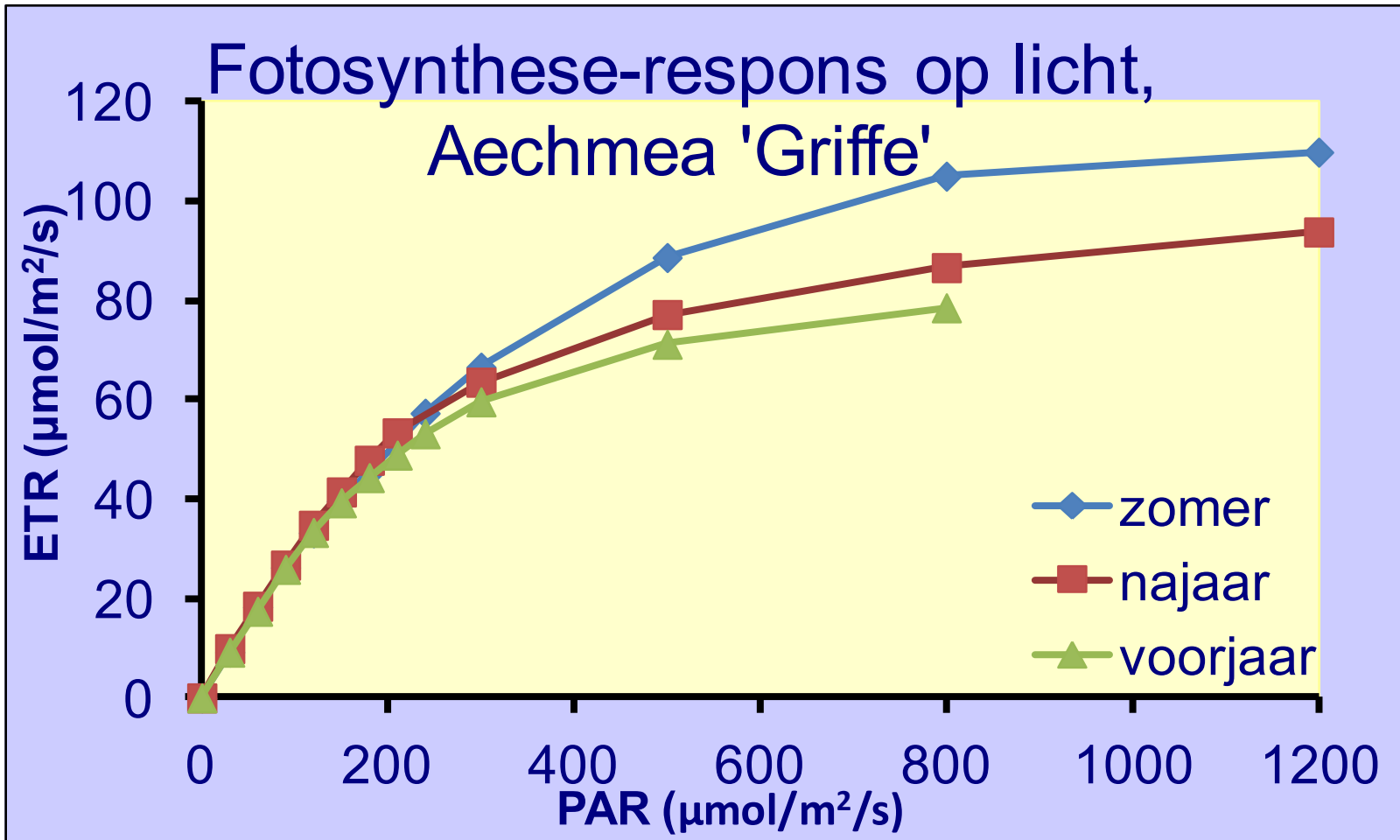
Effect seizoenen



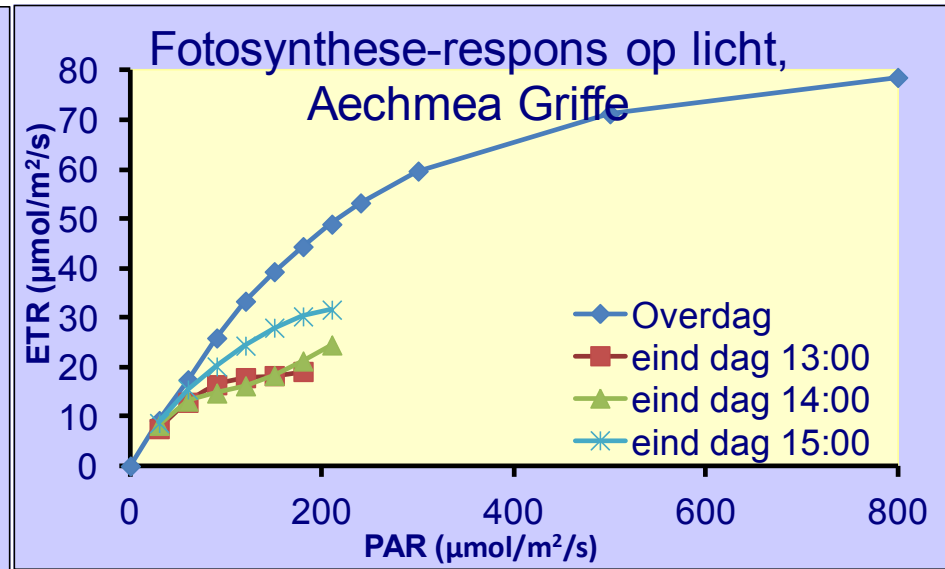
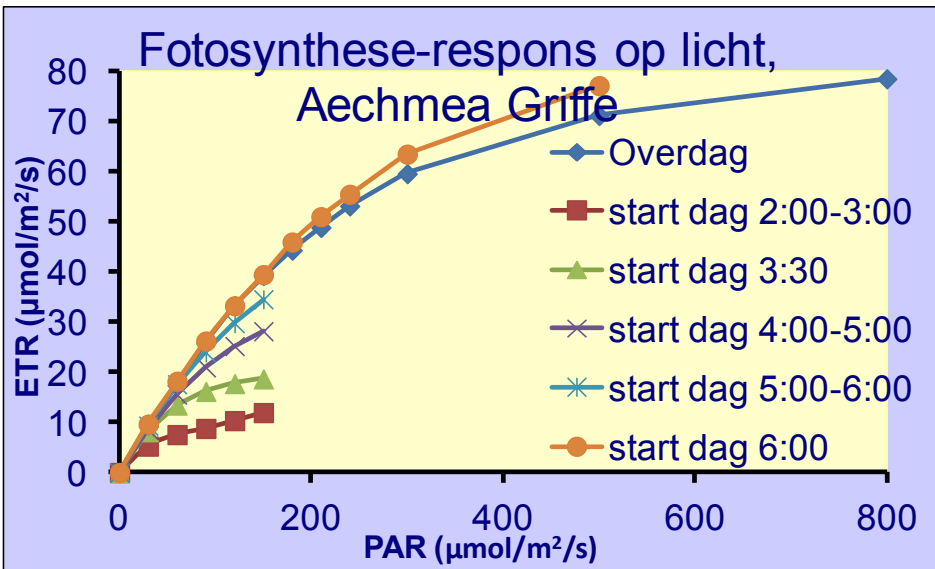
- Minimaal effect seizoenen



- Aechmea kan relatief veel licht aan (overdag)!

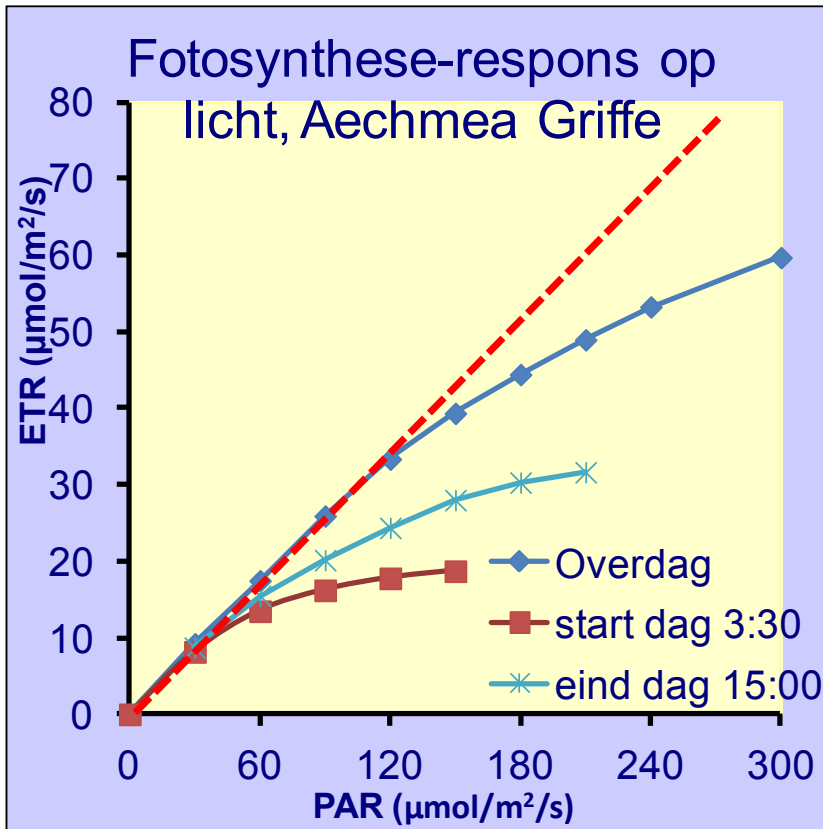


- Gelijkblijvende helling, daling in capaciteit



- Het duurt lang voordat Aechmea volledig op stoom is (figuur links: ETR neemt 1^e 3 -4 uur nog toe)
- 'eind dag' begint vroeg

Optimale lichtintensiteit daglicht+lamplicht



PAR daglicht + lamplicht	Begin dag (3:30 uur na 1.5 uur licht,)	Overdag	Eind dag (15:00)
0-30	100%	100%	100%
30-60	71%	100%	91%
60-90	37%	100%	63%
90-120	21%	100%	57%
120-150	13%	80%	49%
150-180	-	68%	31%
180-210	-	61%	18%
210-240	-	58%	-
240-300	-	43%	-

- Boven 120 μmol verlies aan rendement (vergelijkbaar met najaar)
- Begin en eind dag boven 30 μmol verlies aan rendement

Conclusies & overige opmerkingen Bromelia

- Geleidbaarheid huidmondjes van Guzmania en Vriesea zijn zeer laag en vaak limiterend voor de fotosynthese. Dit is deels te compenseren door meer CO₂ te geven. Echter oppassen, want zeker bij de hoge CO₂-concentraties (>1000ppm) lijken de huidmondjes nog meer te gaan knijpen.
 - WAT TE DOEN OM ZE TOCH OPEN TE KRIJGEN?
- Voor Aechmea heeft CO₂-dosering in de namiddag een positief effect
 - Niet te hoog (>600ppm) om daling Gs te vermijden.
- Lange termijn effecten CO₂ doseren op huidmondjes onbekend
 - Zorg voor de zekerheid dat de concentratie niet hoger is dan het punt waar het optimale rendement bereikt wordt!

gewas	Ras /stadium	CO ₂ max.
Phalaenopsis	Opkweek (CAM)	600
Bromelia	Aechmea (CAM)	600
Bromelia	Guzmania / Vriesea (C3)	900
Kalanchoe	Opkweek (C3)	700
Ficus	Daniëlle / Twilight	800-900
Spathiphyllum	Strauss / halfwas	800-900
Potchrysan	Ramires / jong	700
Potchrysan	Ramires / bloei	700-900
Lelie	Robina / halfwas	800-900
Lisianthus	Carice Lavender	800-900
Snychrysan	Anastasia/Baltica (KD)	700-800

Dosering
eind dag /
begin nacht!

Van de gewassen Gerbera / Bouvardia / Alstroemeria / Freesia / Dendrobium loopt op dit moment soortgelijk onderzoek.

Project “Activeren fotosynthese”

- Waarom wordt de fotosynthese zo sterk gelimiteerd?
- Hoe kunnen we deze blokkade beïnvloeden / opheffen?

Door opheffing blokkade, energiebesparing te realiseren door:

1. Betere benutting van onderschept licht (lamp- en daglicht).
2. In kortere tijd per dag de planten ‘vullen’ met assimilaten → minder dagverlenging nodig?
3. Teeltversnelling, dus kortere periode stoken en belichten.



- Gewassen: Anthurium, Bromelia, Miltoniopsis

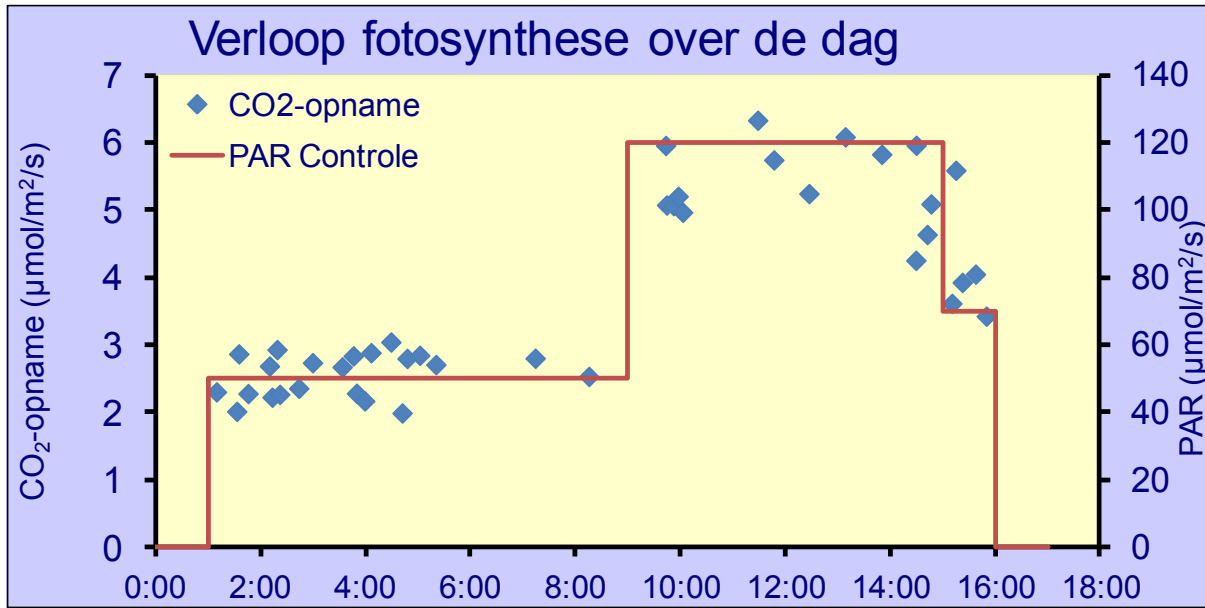
Proefopzet ronde 1

Anthurium

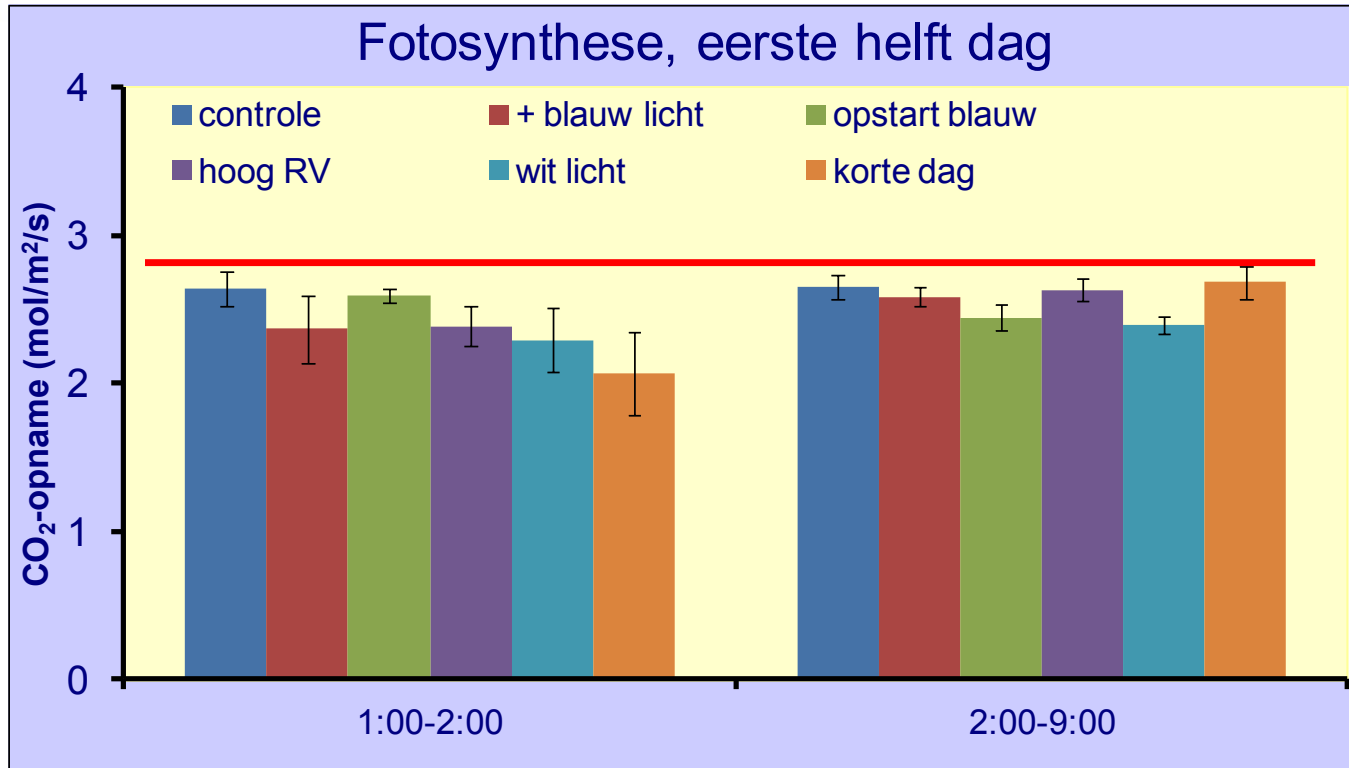
- Simulatie winterdaglicht: 70 $\mu\text{mol PAR}$ van 9:00-16:00 ≈ 1.75 mol/dag
- SON-T of variant: 50 $\mu\text{mol PAR}$ van 1:00-15:00 ≈ 2.5 mol/dag
- Drie hoofdfactoren: lichtspectrum, RV en daglengte

Behandeling	Daglicht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	SON-T ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Blauw licht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Lichtsom (mol/ m^2 /dag)
Controle	70 (9:00-16:00)	50 (1:00-15:00)		4.25
+ Blauw licht	70 (9:00-16:00)	40 (1:00-15:00)	10 (1:00-15:00)	4.25
'opstart' blauw	70 (9:00-16:00)	50 (1:06-15:00)	10 (0:36-1:06)	4.25
'Daglicht'	50 (1:00-15:00) 70 (9:00-16:00)			4.25
Hoge RV (85-90%)	70 (9:00-16:00)	50 (1:00-15:00)		4.25
Korte dag	70 (9:00-16:00)	70 (5:00-15:00)		4.25

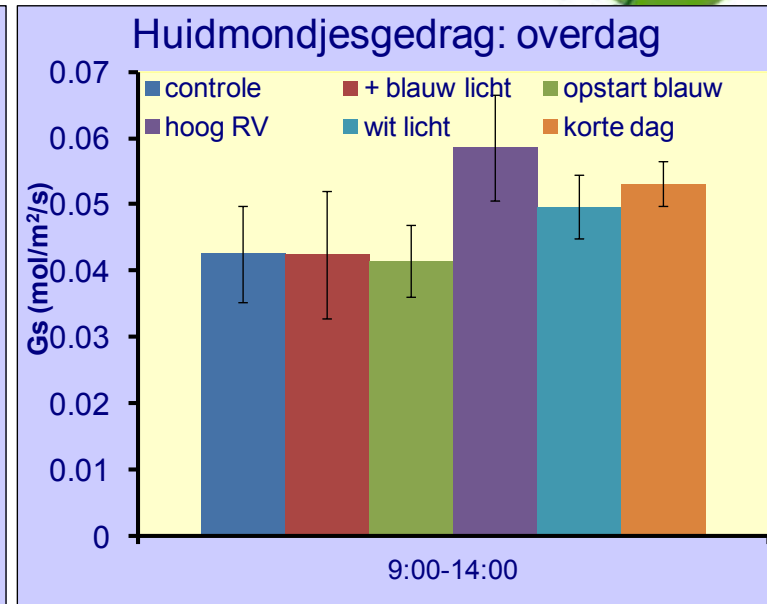
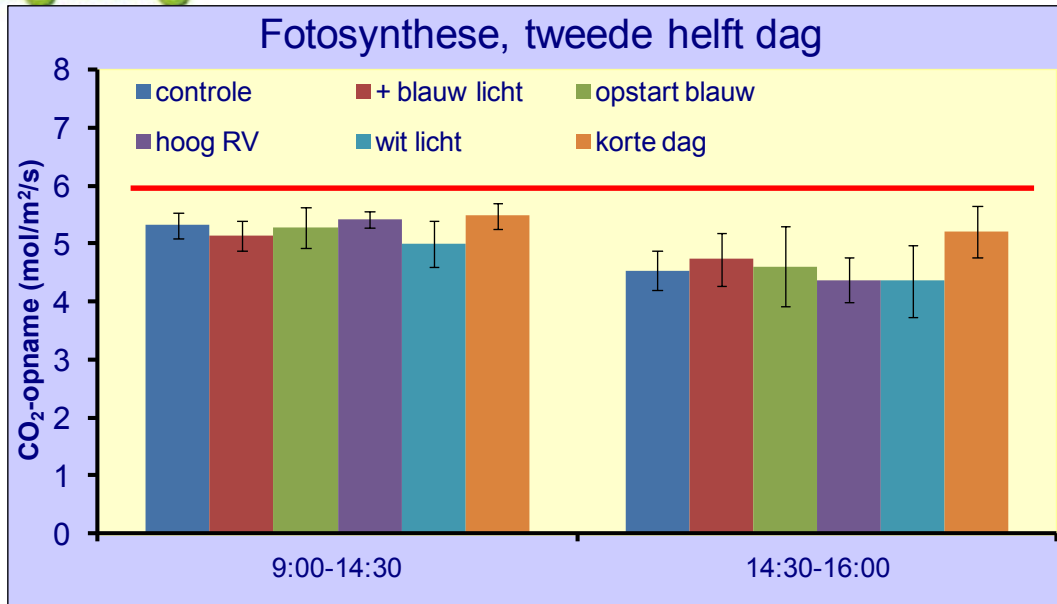
RV kamer 65-70%: VPD \approx 0.9, hoog RV: VPD <0.5



- Dagpatroon verdeeld in categorieën:
 - 1^e helft dag onder SON-T (50 μmol) → opstart en later
 - 2^e helft dag (daglicht + SON -T (120 μmol) → overdag en einde dag
- Is de fotosynthese nu wel of niet gelimiteerd onder deze omstandigheden?



- Rode lijn geeft waarden aan die gehaald worden als huidmondjes ver genoeg open staan
- Anthurium heeft onder deze condities dus nauwelijks last van opstart-effect!
- Korte dag start pas om 6:00 uur.
- Stuurlicht en hoog RV zinloos bij 50 μmol PAR



- Rode lijn geeft waarden aan die gehaald worden als huidmondjes ver genoeg open staan
- Ook limitatie bij 120 μmol valt mee! Dus GEEN effect behandeling op fotosynthese
- Gs wel het hoogst onder hoog RV: wat als lichtniveau omhoog gaat?

Proefopzet ronde 2

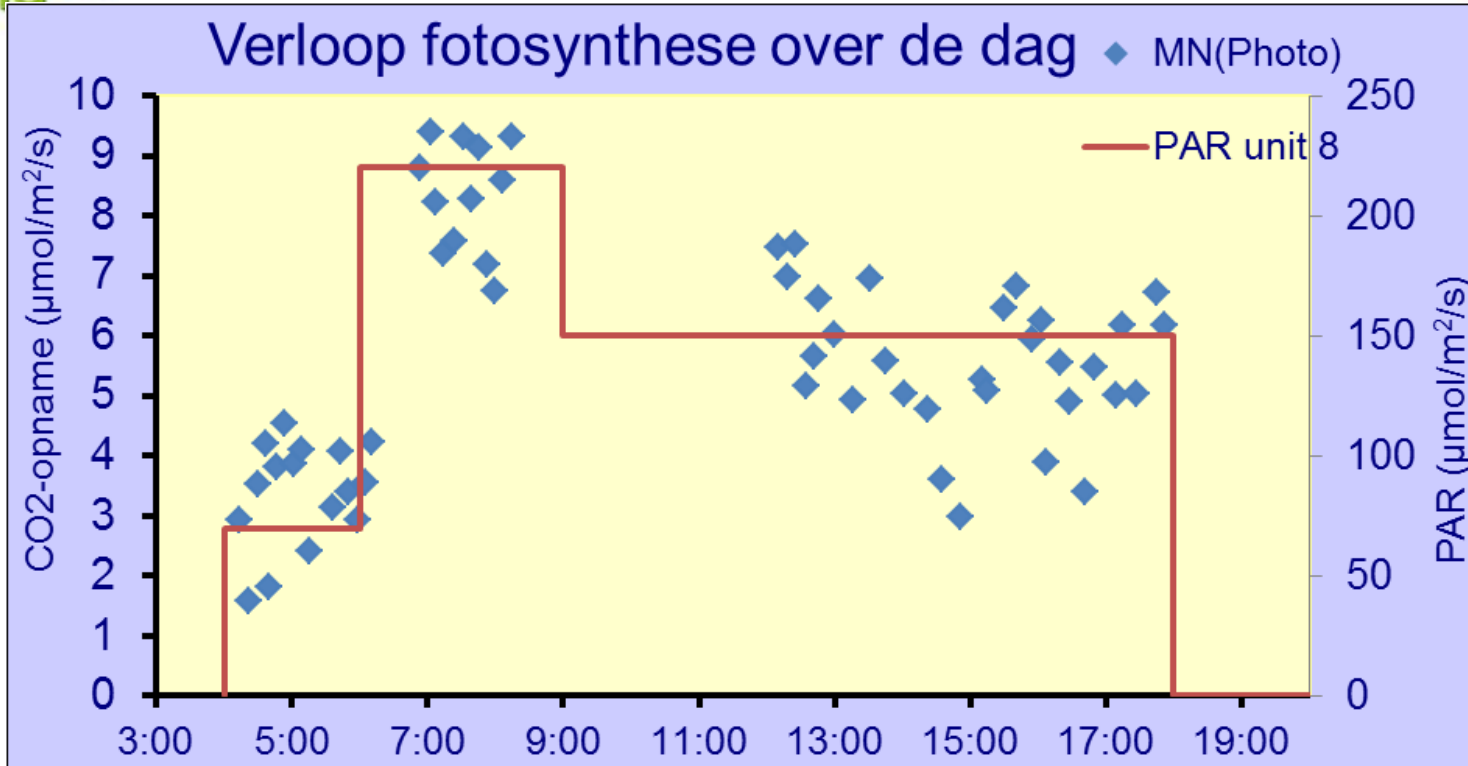
Anthurium

- In Ronde 1 geen limitaties bij laag licht, wel bij hoog licht?
- Simulatie voorjaarsdaglicht: 150 $\mu\text{mol PAR}$ van 6:00-18:00 \approx 6.5 mol/dag
- SON-T: 70 $\mu\text{mol PAR}$ van 4:00-9:00 \approx 1.25 mol/dag
- Hoofdfactor: RV

Behandeling	Daglicht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	SON-T ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Blauw licht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Lichtsom ($\text{mol}/\text{m}^2/\text{dag}$)
Controle	150 (6:00-18:00)	70 (4:00-9:00)		7.75
Hoge RV (85-90 %)	150 (6:00-18:00)	70 (4:00-9:00)		7.75

Temperatuur: 22/20

RV kamer 65-70%: VPD \approx 0.9, hoog RV: VPD <0.5



- Verdeling in categorieën (simulatie 'voorjaar'):
 - Start dag onder SON-T (70 μmol)
 - Ochtend (daglicht + SON-T: 220 μmol)
 - Middag (daglicht 150 μmol)

Behandeling	gemeten	Gs hoog
SON (70)	3.9	4
Dag+SON (220)	8.3	9.3
Dag (150)	6.7	7

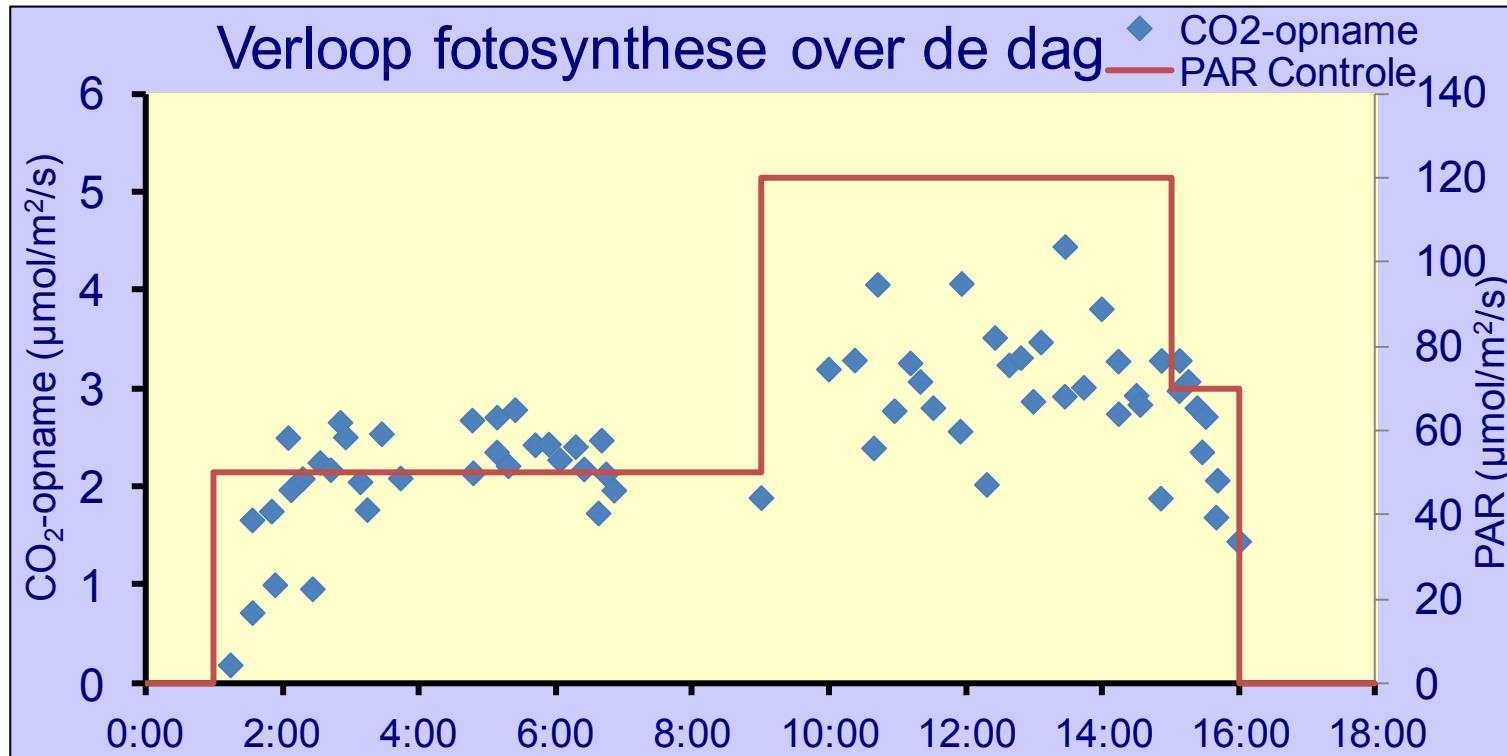
- Fotosynthese SON-T zonder daglicht: 4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Extra fotosynthese SON-T bij daglicht: <2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

→ Rendement SON-T dus laag bij 150 μmol instraling van buiten

→ Dagvervroeging dus sneller zinvol dan overdag belichten

N.B. hoog RV was nauwelijks anders; geen limitatie van huidmondjes.

- Wintersimulatie:
 - Nauwelijks opstartproblemen, geen effect lichtkleur/VPD
 - SON-T even goed als 'daglicht'
 - hoog RV wel effect op Gs, maar Gs niet limiterend → wat gebeurt er als het lichtniveau hoger wordt?
 - korte dag niet zinvol
- Voorjaarssimulatie:
 - Huidmondjes staan gemiddeld verder open.
 - Wees scherp op lichttrendement: voorkeur voor dagvervroeging ten opzichte van overdag belichten.
 - VPD hoeft voor dit ras niet heel laag te zijn / of minder last van 'middagdepressie' door stabiel klimaat in unit?



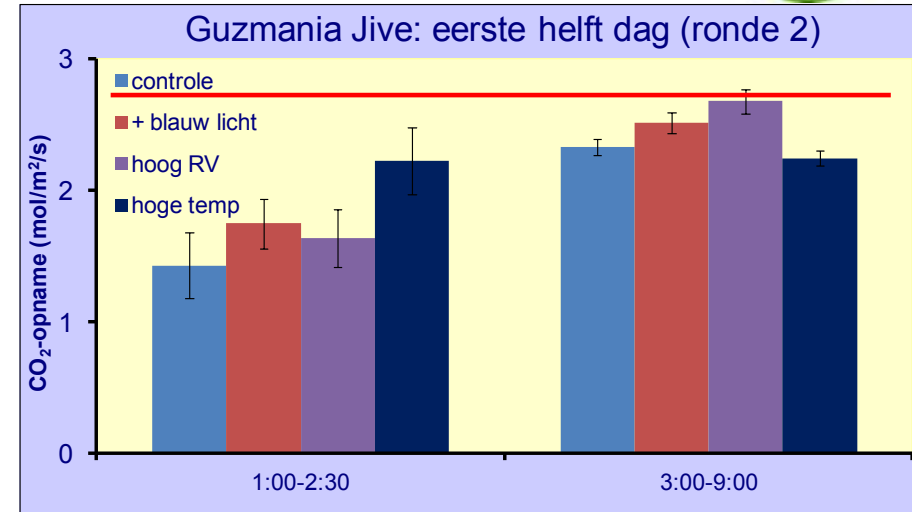
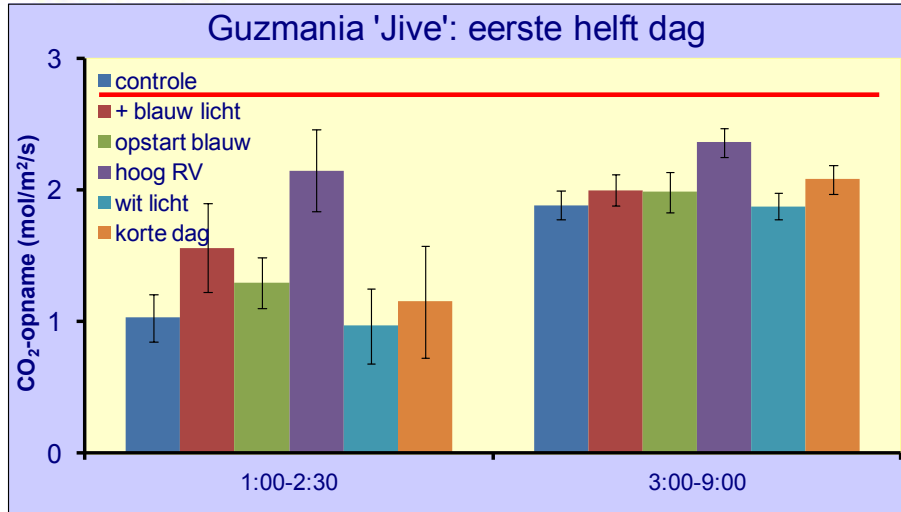
Dagpatroon verdeeld in categorieën:

1^e helft dag onder SON-T (50 μmol) → opstart en later

2^e helft dag onder daglicht + SON -T (120 μmol) → overdag en einde dag

Is de fotosynthese nu wel of niet gelimiteerd onder deze omstandigheden?

Wordt in komende figuren aangegeven met rode lijnen.



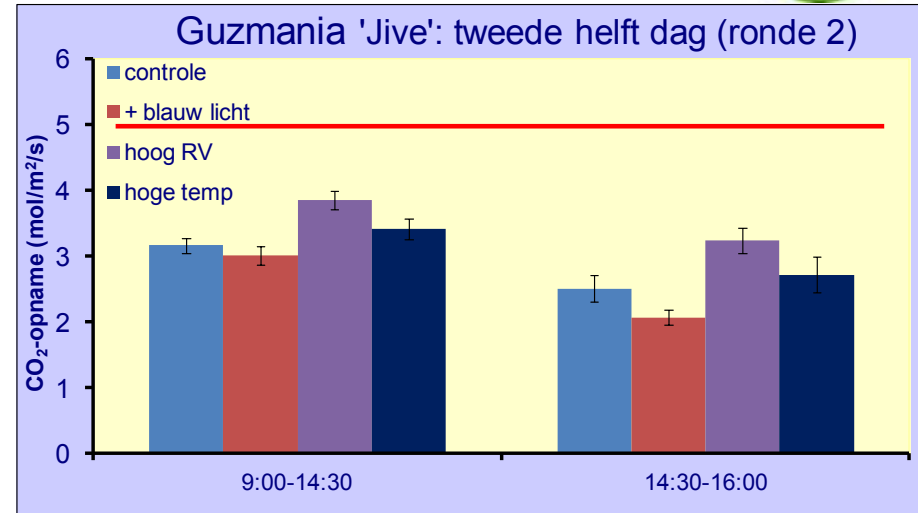
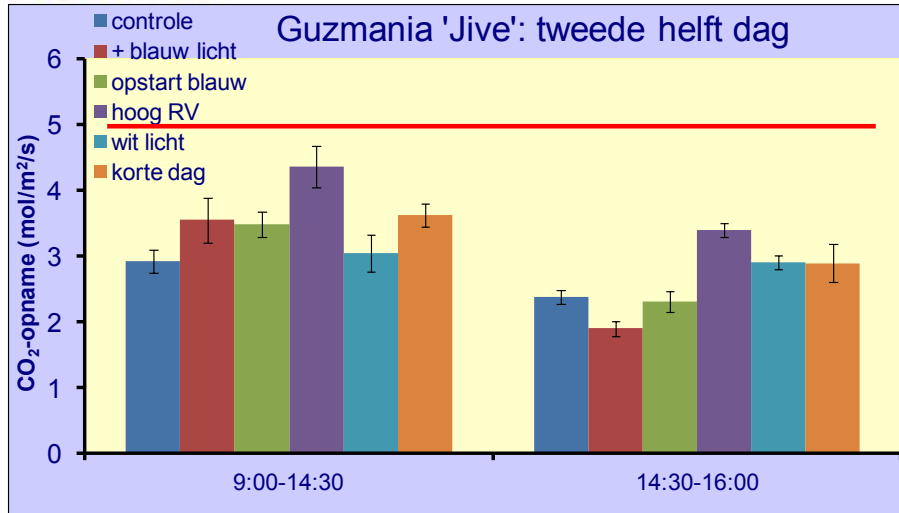
Rode lijn geeft waarden aan die gehaald worden als huidmondjes ver genoeg open staan (ronde 1 links, ronde 2 rechts)

Observaties opstart ronde 1:

- Groot opstart-effect; potentieel wordt niet gehaald
- RV positief effect!

Observaties opstart ronde 2:

- ook opstart effect
- verschillen tussen behandelingen gering



Rode lijn geeft waarden aan die gehaald worden als huidmondjes ver genoeg open staan: wordt niet gehaald! (ronde 1 links, ronde 2 rechts)

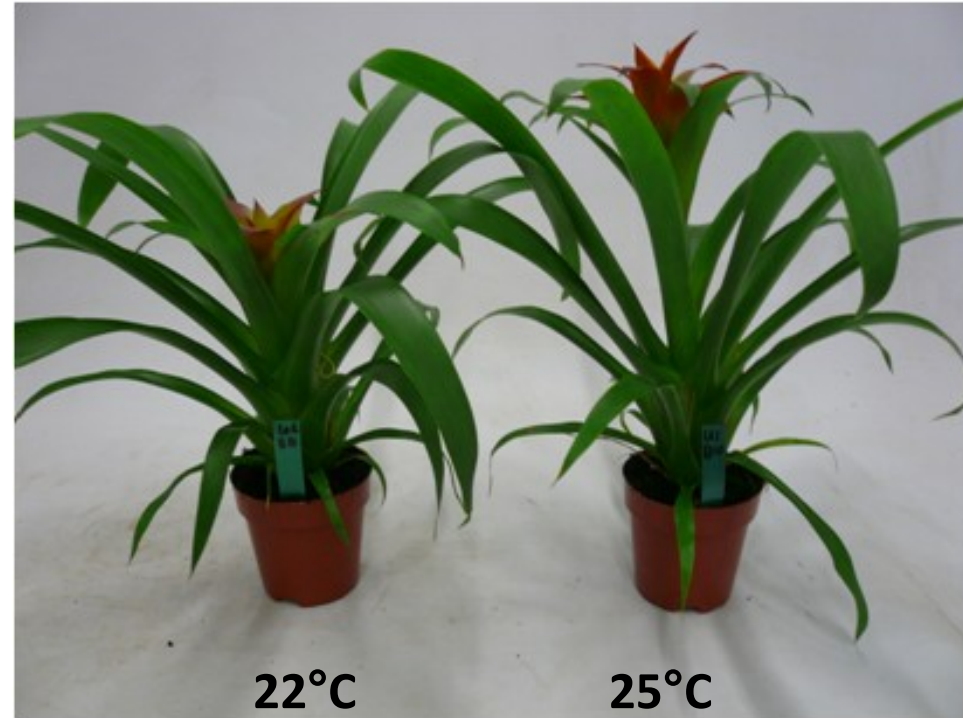
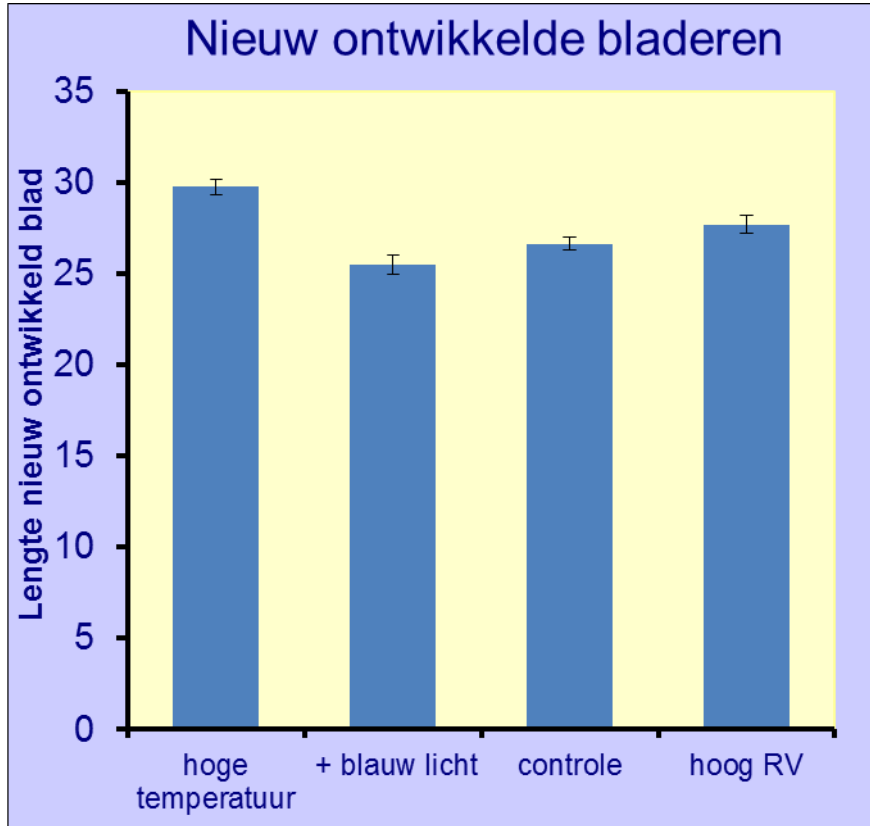
Observaties ronde 1:

- Alleen Hoog RV doet het beter
- Fors effect einde dag! \rightarrow Gs laag
- Sinklimitatie? (is de plant vol?)

Observaties ronde 2:

- Hoog RV doet het beter,
- Effect van hoge temperatuur vergelijkbaar met controle!

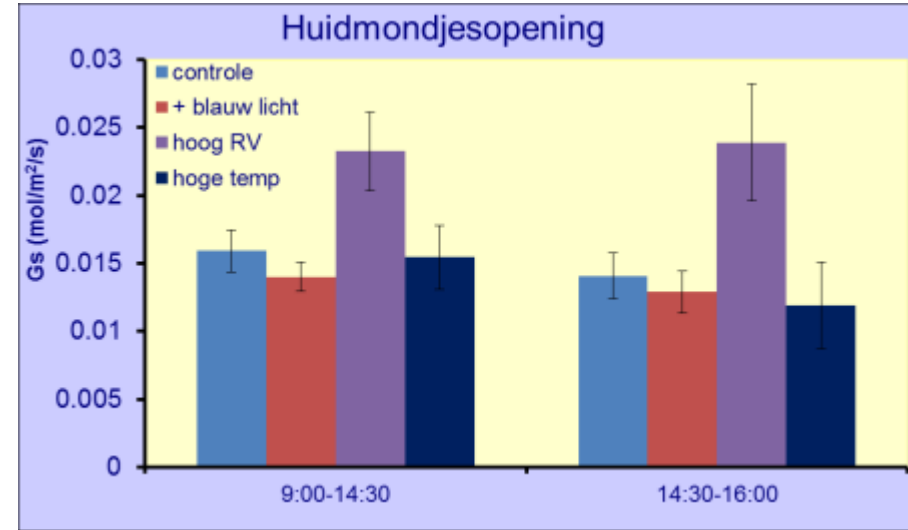
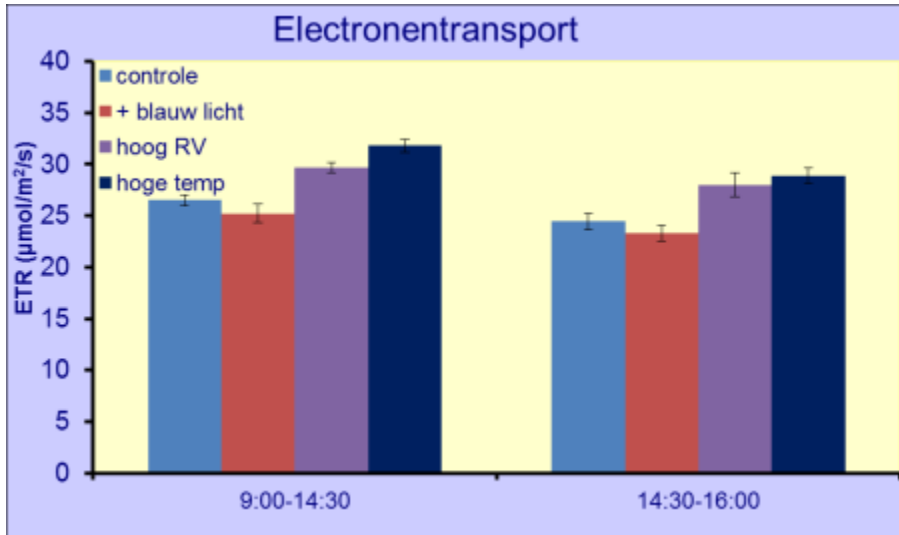
Echter.....



Verskil in plantgrootte 9 weken na de proef.

- N=10!
- Hoge temp geeft snelste bladuitgroei
- Gedurende de proeftijd gemiddeld 4 bladeren erbij gekomen bij alle behandelingen.

Effect hogere temperatuur op electronentransport (120 μmol licht)



- ETR hoger door hogere temperatuur, maar Gs blijft achter
- Conclusie: maak de combinatie met hoog RV!

- Blauw stuurlicht voor huidmondjesopening? NEE
- Wit licht versus SON-T? NEE
- Kortere dag? NEE
- Hoog RV? JA
- Hoge temperatuur?
 - Snellere plantontwikkeling (minder sink limitatie)
 - maar dan wel als combi met lagere VPD
- Lichtrendement bromelia:
 - ‘overdag’ een zeer laag rendement van belichting
 - dagverlenging beter dan tijdens natuurlijk daglicht belichten.

Dank voor uw aandacht!



Sander Pot

sander@plant-dynamics.nl

06-12885226

www.plant-dynamics.nl

Sander Hogewoning

info@plantlighting.nl

06-14271525

www.plantlighting.nl

Govert Trouwborst

govert@plantlighting.nl

06-10990094