

Teeltoptimalisatie: rol van licht en modellen

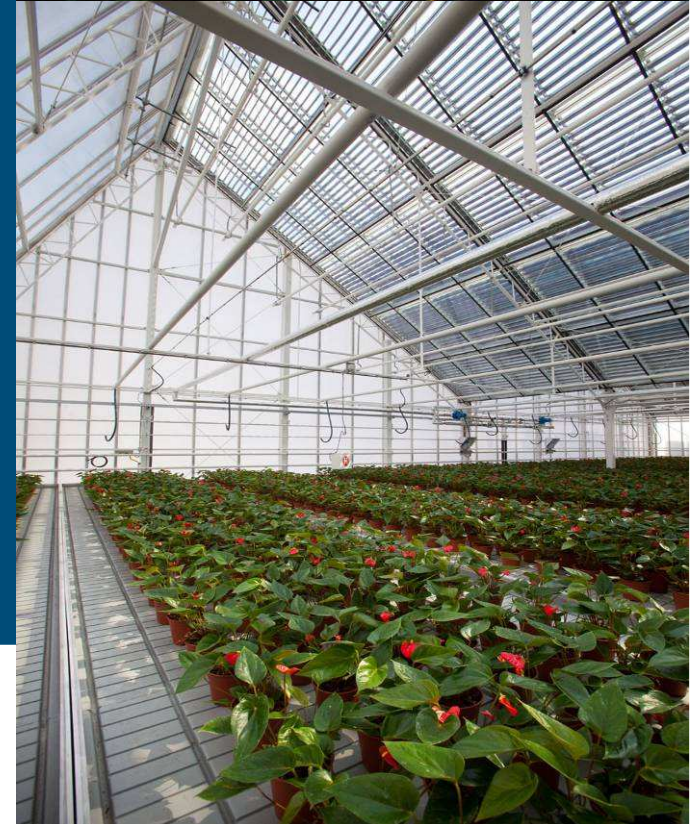
Tom Dueck
Wageningen UR Glastuinbouw

24 november 2009



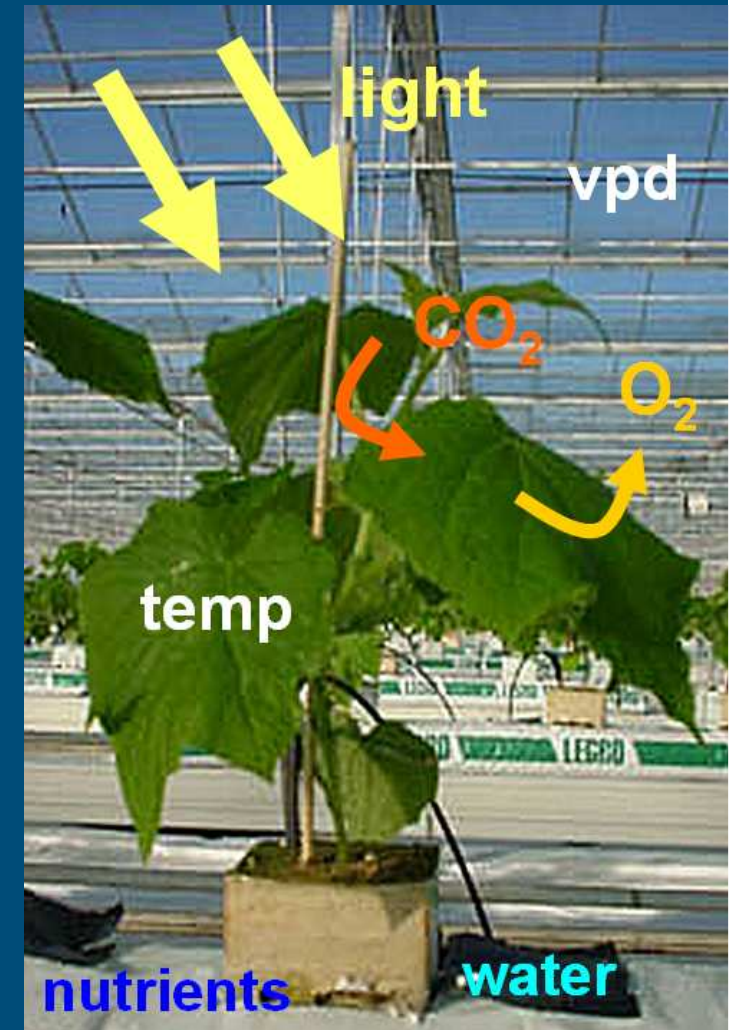
Introductie

- Licht niveau's in verschillende seizoenen in de intensieve glastuinbouw zijn vaak limiterend voor gewas productie → te laag / te hoog



Introductie

- Licht moet worden ge-optimaliseerd, samen met andere groeifactoren zoals temperatuur, CO_2 en RV..... met aandacht voor interacties
- Middels simulatiemodellen en experimenteel onderzoek



Indeling

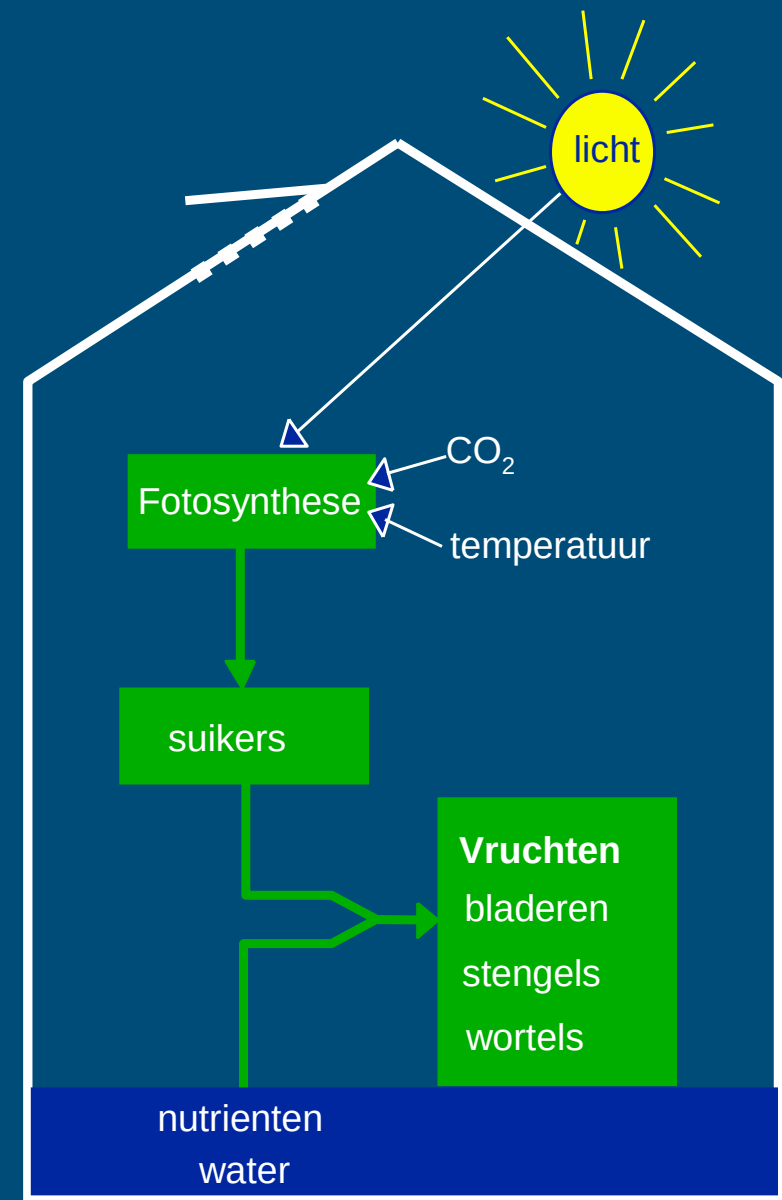
- Kort overzicht modellen
- Overzicht licht
- Resultaten en verdieping
 - Diffuus licht
 - Teeltversnelling bij Phalaenopsis
 - LEDs en chrysant
 - Nieuwe LEDs onderzoek

Overzicht modellen mbt teeltoptimalisatie

- Gebruik van modellen
- Opbrengst
- LAI, licht en fotosynthese
- Teeltversnelling bij Phalaenopsis

Wat is een model?

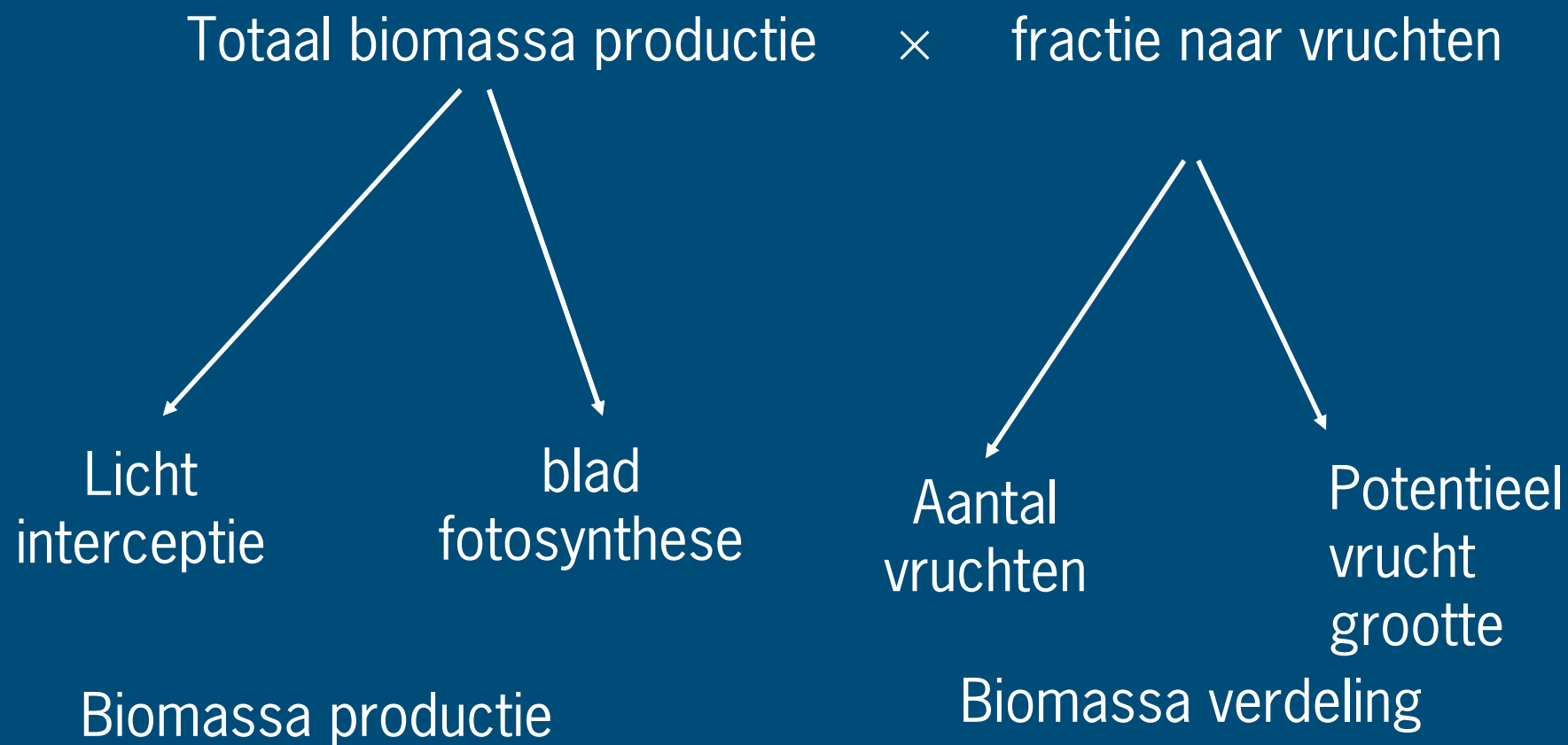
- Eenvoudige beschrijving van een onderdeel van de werkelijkheid
- Berekening van gewasgroei in relatie tot groeiomstandigheden



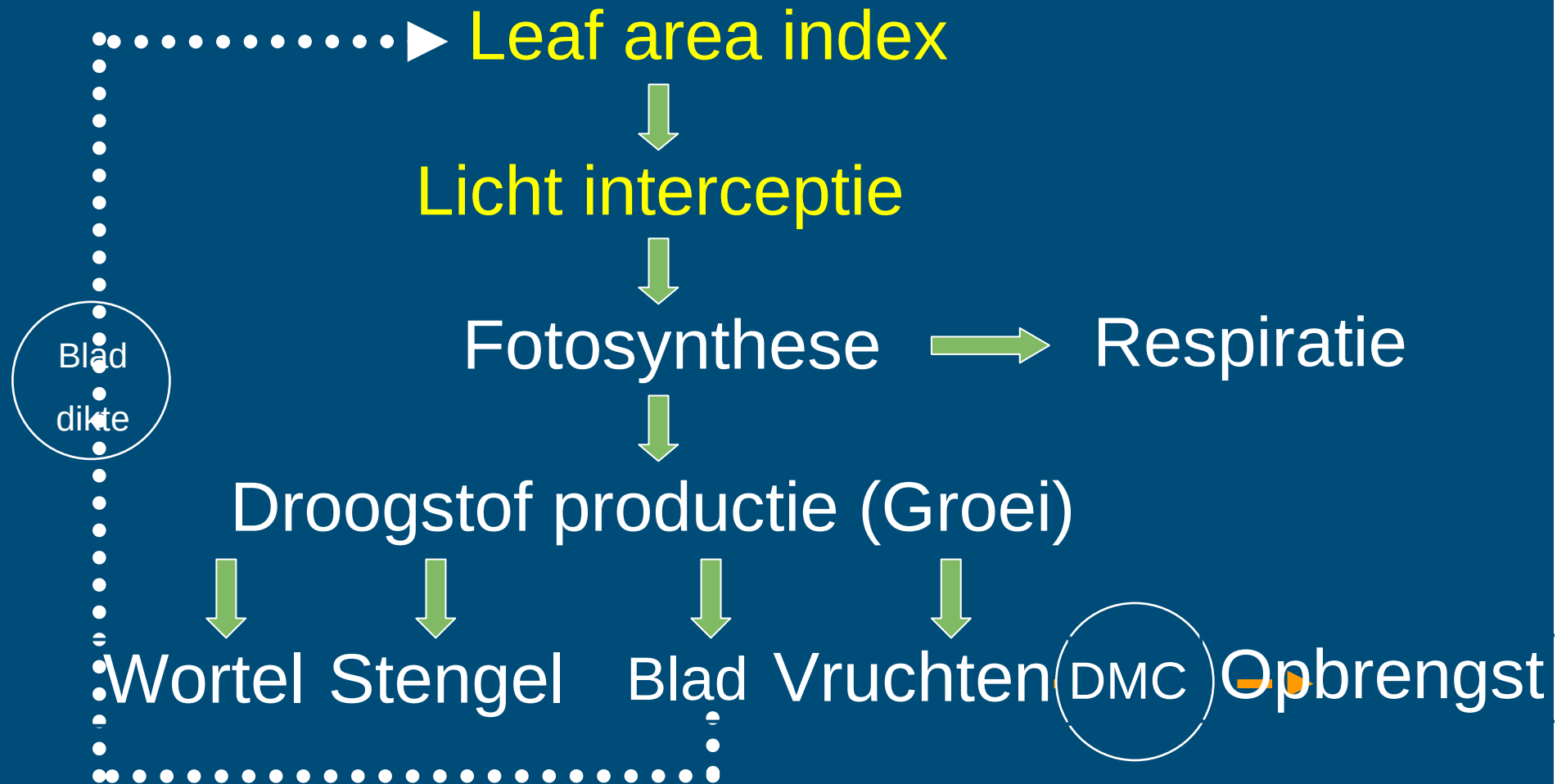
Enkele toepassingen van groeimodellen

- Bedrijfsvergelijking
- Effect van kasregeling op plantactiviteit
- Regeling van voeding en klimaat
- Inschatten van effecten van veranderingen in teeltsystemen en planning
- Oogstvoorspelling
- Interpretieren van sensorinformatie

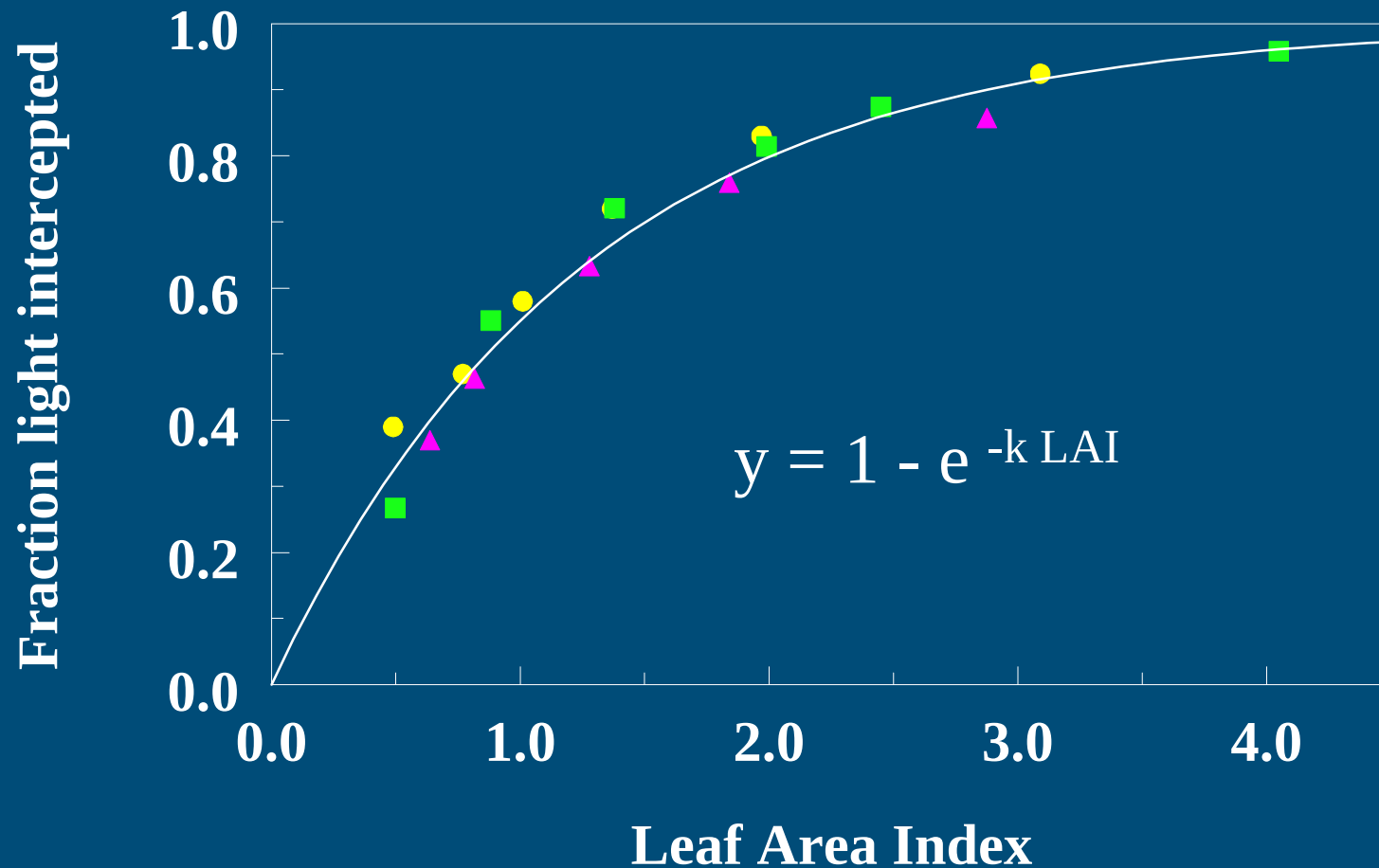
Opbrengsten tomat (kg m⁻²) =



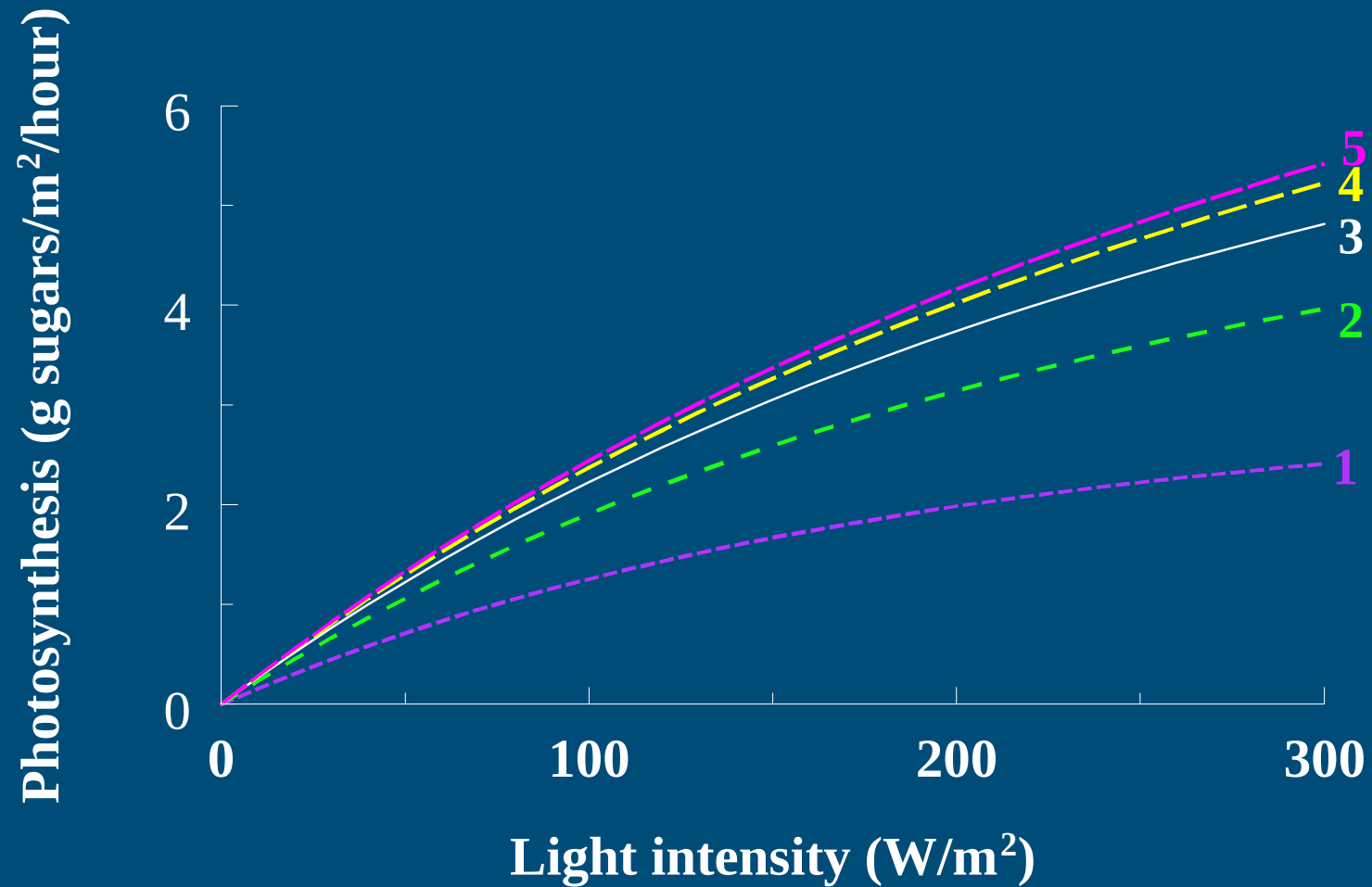
Het proces stap voor stap



Invloed van de Leaf Area Index (LAI) op fractie lichtonderschepping door een tomatengewas ($k = \text{extinctie coefficient} = 0.8$)



Invloed van de Leaf Area Index (LAI) op gewasfotosynthese



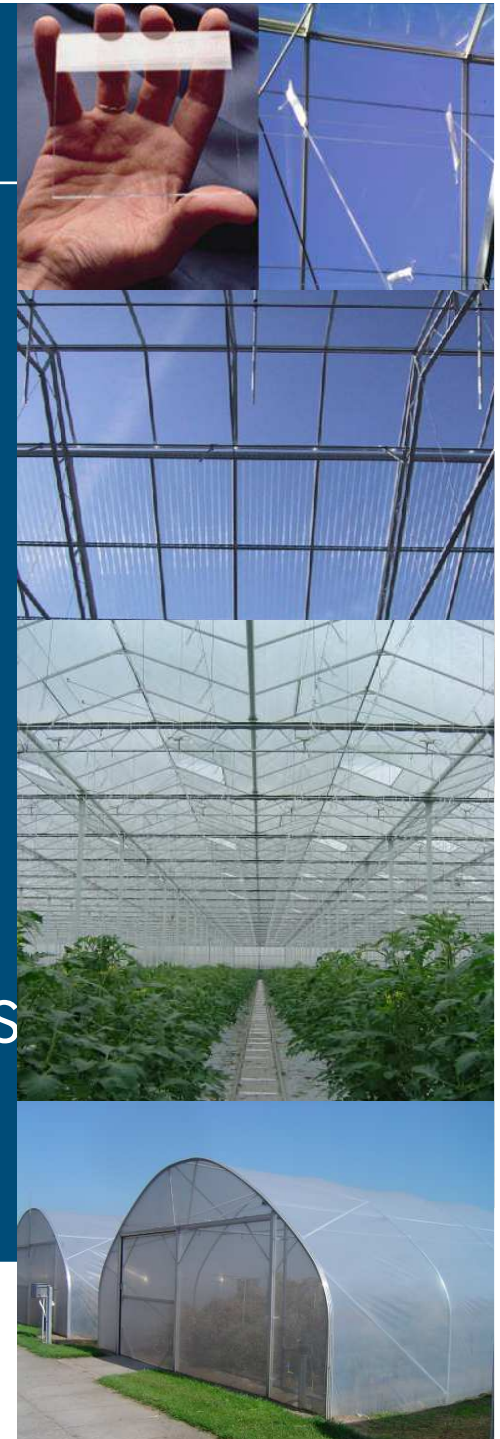
Overzicht licht mbt teeltoptimalisatie

- Meer (natuurlijk) licht
 - Coatings, schermstrategie
 - Diffuus licht
- Assimilatiebelichting
 - Licht strategie: intensiteit vs duur
 - Stuurlicht i.r.t. morfologie, ziekten/plagen
 - Fotosynthese efficiëntie, tussenbelichting
 - LEDs: chrysant, nieuw experiment

Meer licht

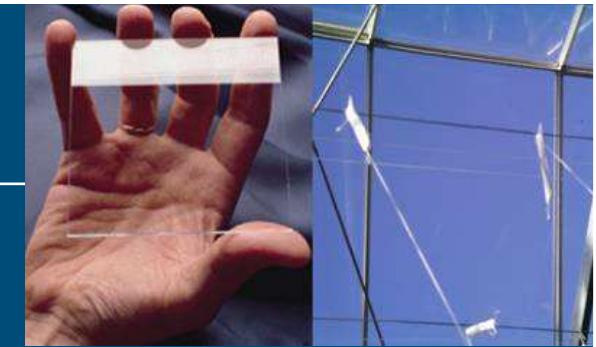
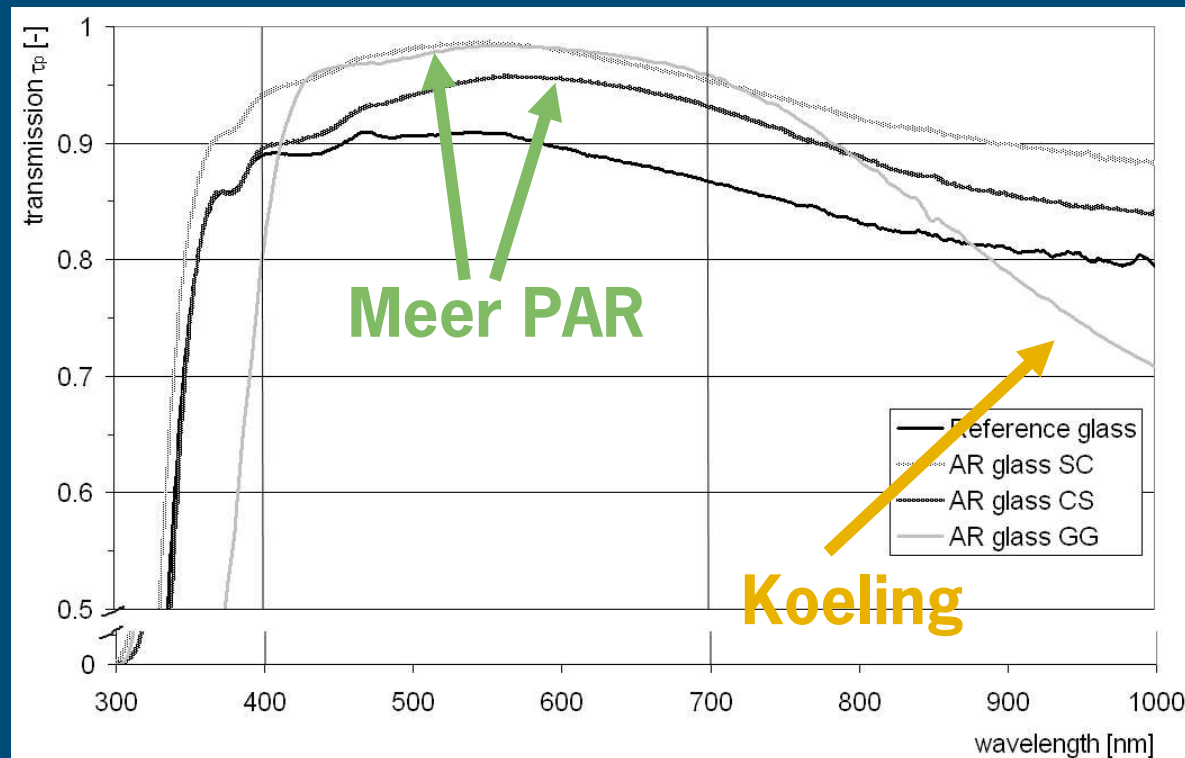
Meer licht door...

- Geavanceerde kasdekmaterialen
 - Moderne coatings op het glas
 - Nieuww oppervlakte structuren
(diffuus glas)
- Schermstrategie
- Lichtere kasconstructie, minder installaties
- Regelmatig schoonmaken



Meer licht: moderne coatings

■ Spectrale transmissie van het glas met *anti-reflectie coatings*



- Meer PAR door AR coating → hoger gewasproductie
- Verandering in spectrum
- Mogelijkheden voor koeling
- Mogelijkheden voor energiebesparing

Diffuus licht



Voorjaars-
teelt 2008

Kg/m²

+6.5%

+9.2%

Nr/m²

+3.5%

+5.2%

Najaarsteelt
2008

Kg/m²

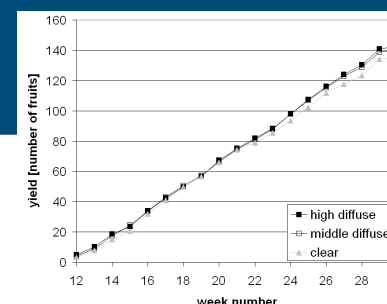
+8.8%

+9.7%

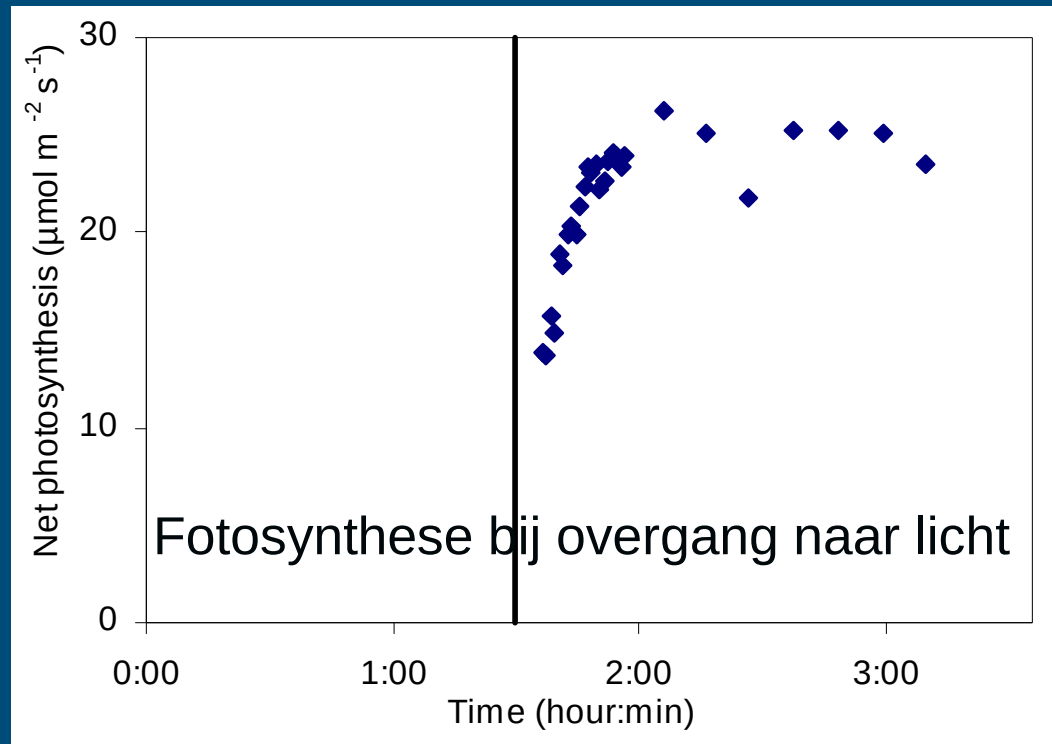
Nr/m²

+5.3%

+6.1%



Belichting: wat doet het gewas 's nachts met licht?



Begin met 50% belichting, na 30 min 100% belichting
→ bespaart energie (k€25 d⁻¹ of M€3.75 seizoen⁻¹ Ned.
glastuinbouw)

Belichting: intensiteit vs. duur

- Intensiteit: 135 vs 162 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
 - 8.4% meer licht
 - 14.0% meer productie
- 1% meer licht -> 1.7% meer productie
- Duur: 3 uur langer bij 162 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
 - 7.9% meer licht
 - 8.2% meer productie
- 1% meer productie -> 1.0% meer productie



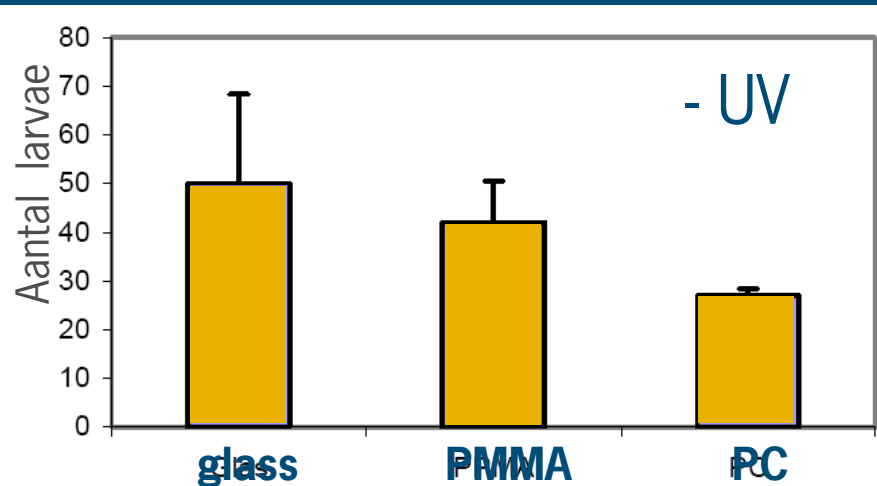
Licht spectrum

- Specifieke **licht receptoren**
 - UVB
 - Blauw: fototropinen, cryptochroom
 - Rood:Verrood: fytochroom
- Effecten op: strekking, vertakking, bladoppervlak, bladdikte, kieming, bloei, bloemkleur
- Beïnvloeden door schermen, netten, lampen



Licht spectrum: onzichtbare UV

- **UV** invloed op morfogenetisch respons: strekking, kleur, chlorofyl reductie
- **UV** invloed op ziekte/plagen



Hoffmann (Hemming), 1999

Day length extension and red light reduces powdery mildew in greenhouse roses

A. Suthaparan¹, S. Torre¹, A. Stensvand^{1,2}, M. L. Herrero², R.I. Pettersen¹, D. M. Gadoury³, H. R. Gislørød¹

¹ Dept of Plant & Environmental Sciences, Norwegian University of Life Sciences, 1439 Ås, Norway

² Norwegian University of Life Sciences, Department of Plant & Environmental Sciences

Licht kleur effecten op ziekten en plagen

“Light symposium”, Japan

(20 °C) and RH were kept constant in each experiment.

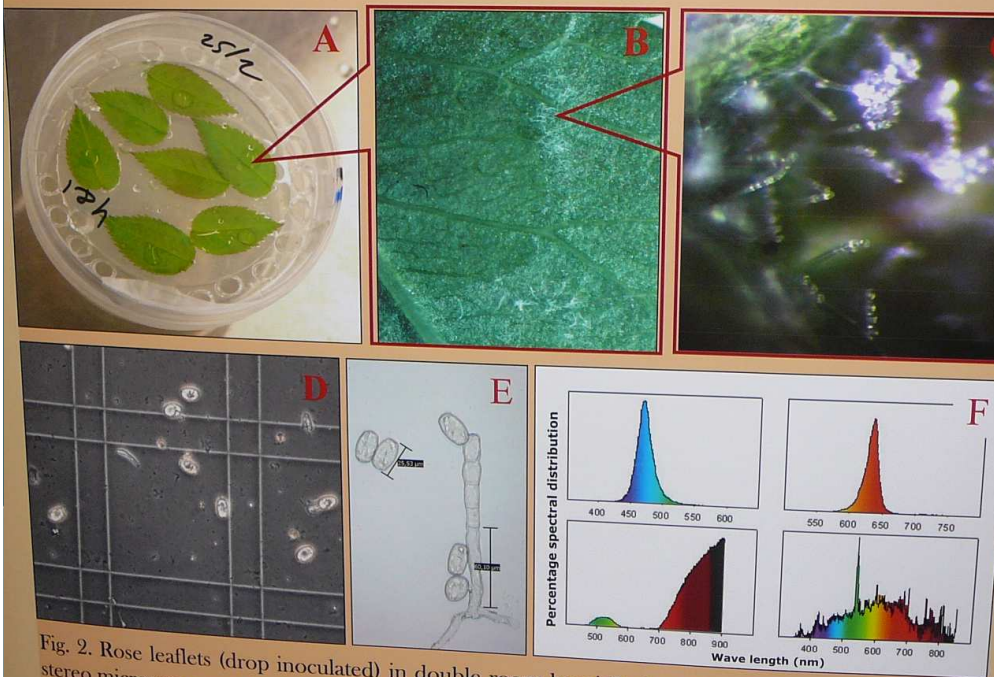


Fig. 2. Rose leaflets (drop inoculated) in double room humidity. (A) Rose leaflets in a petri dish. (B) Rose leaflet showing powdery mildew. (C) Rose leaflet showing powdery mildew. (D) Rose leaflets in a grid. (E) Rose leaflet showing powdery mildew. (F) Spectral distribution graphs showing percentage distribution vs wave length (nm).

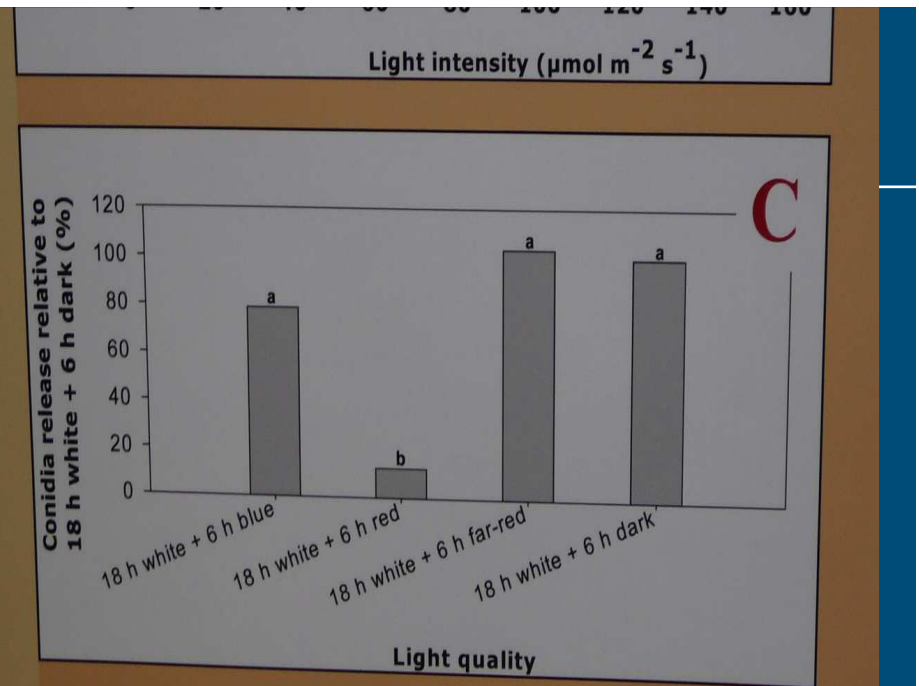
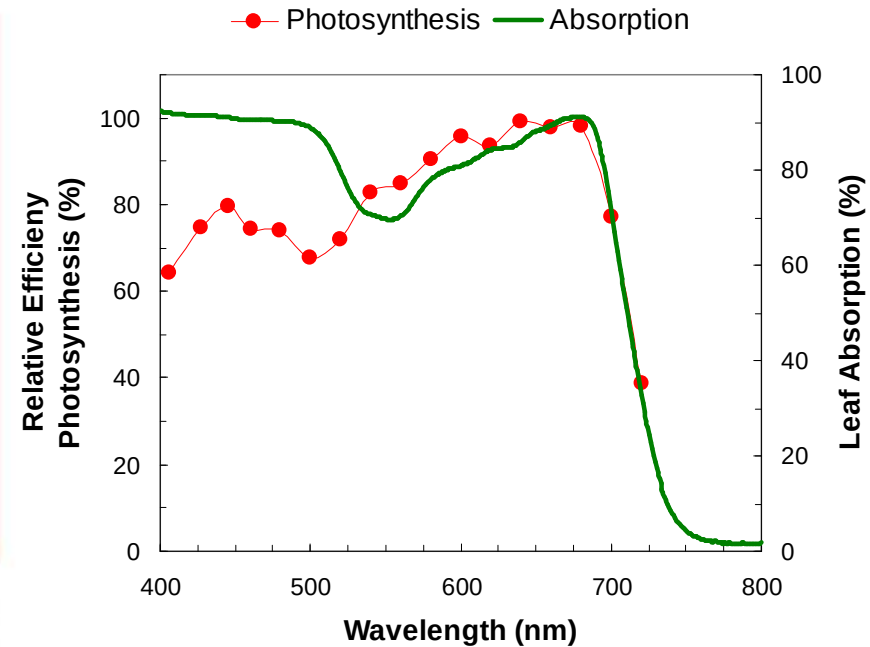
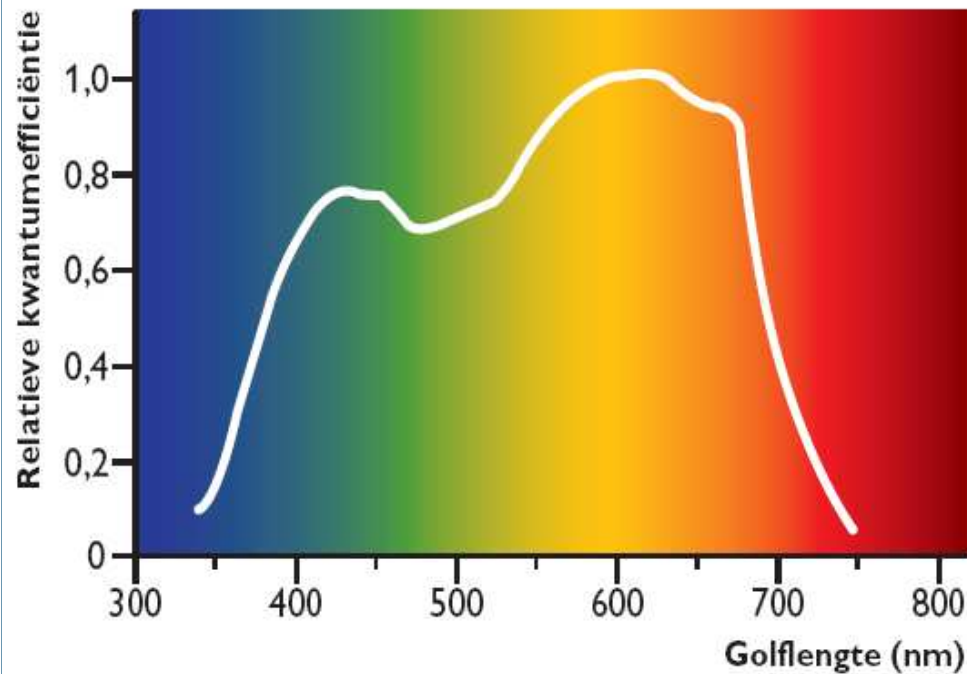


Fig. 5. Effect of light intensity on conidia formation (A). Effect of light quality on conidial formation extension with 6 h (C) and night breaks with 1 h



Fotosynthese efficiëntie in roos (cv Akito)



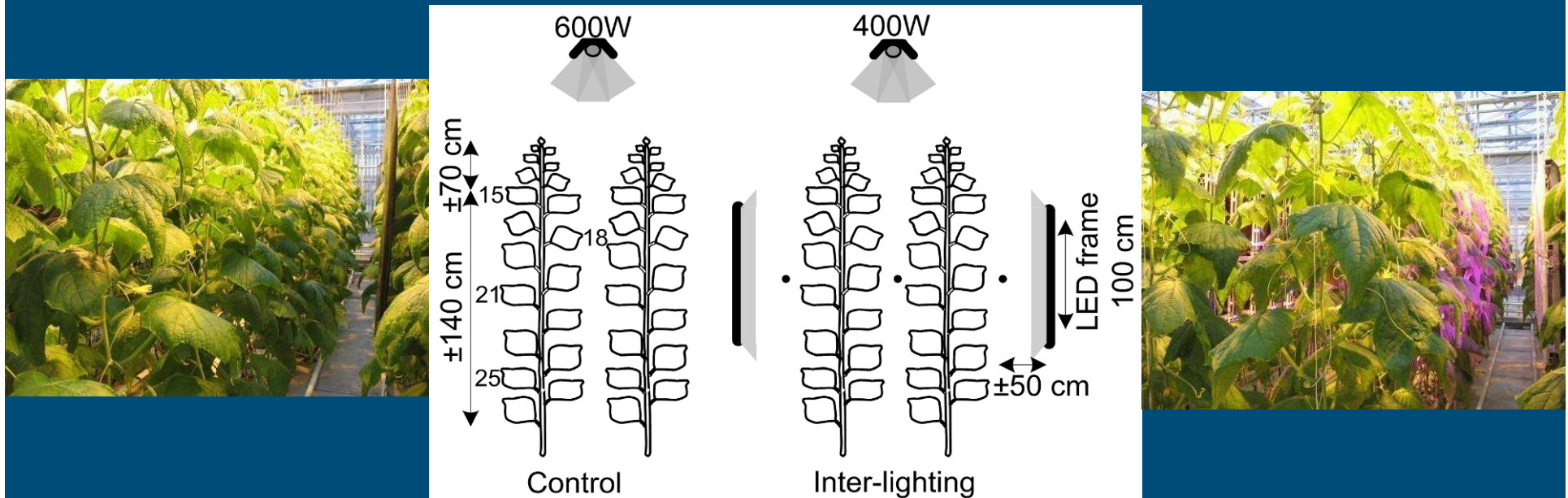
- Fotosynthese efficiëntie van roos maximaal bij 600-680 nm
- Fotosynthese efficiëntie van roos >20% lager bij 400-520 nm



Snel, Hogewoning, van Ieperen 2009

Tussenbelichting: LEDs

- Tussenbelichting met LEDs 20% blauw en 80% rood
- LEDs bovenbelichting $220 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Tussenbelichting: combinatie van boven- en tussenbelichting, $140 \& 80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



Tussenbelichting: LEDs

Absorbed light	Control (mol/m ² /s)	%	Inter-lighting (mol/m ² /s)	%
natural light	286	17.9	275	17.3
HPS light	1314	82.1	798	50.1
LED light			520	32.6
sum	1600	100.0	1593	100.0

Op basis van licht absorptie en een gelijke lichtsom → voordeel van meer licht absorptie verdwijnt door krullen van het blad



LEDs: integrale systemen in de kas



Rode
LEDs

Praktijk experiment - paprika



Morfogenetisch
effecten op
zetting



Blauwe
LEDs

LEDs: integrale systemen in de kas

Praktijk experiment - roos



Verdieping 1: teeltversnelling bij Phalaenopsis

- Dueck, van Noort, de Boer, 2009-2010

Achtergrond

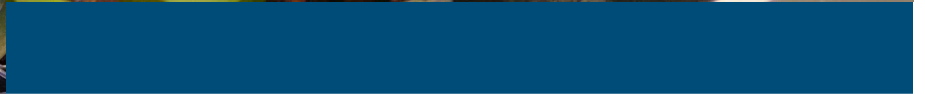
- Jong blad overwegend C3 fotosynthese
- Phalaenopsis facultatief CAM, fotosynthese mogelijk in het licht, b.v. al 2-3 uur vóór licht uit
- Bij warm en droog klimaat ('s middags) gaan huidmondjes dicht, dus geen C3 fotosynthese
- Door klimaat optimalisatie, meer te halen met CO₂ overdag?
- Afhankelijk van planttype (fenotype)?

Opzet

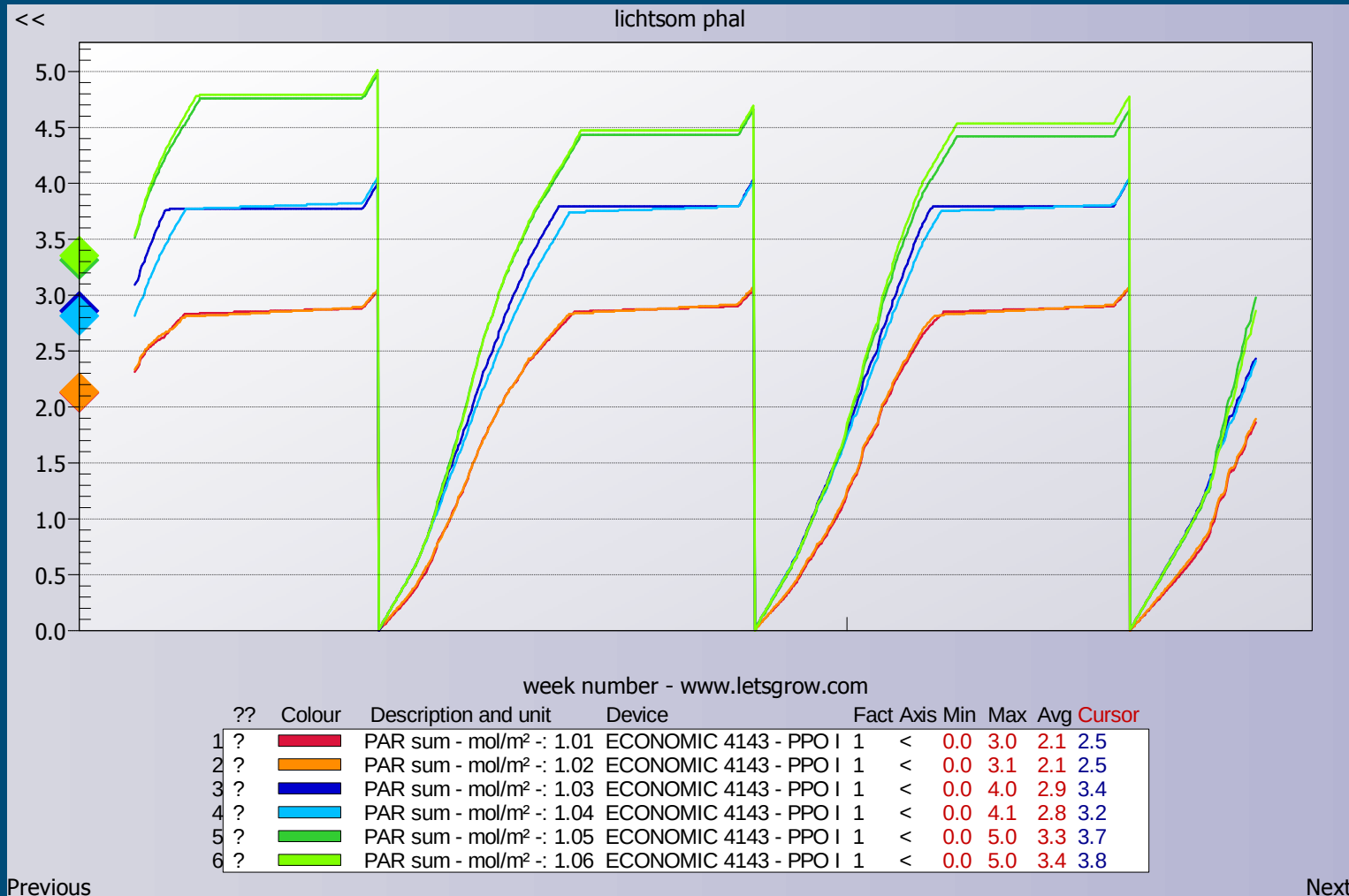
- Opkweek fase, experiment ca. 30 weken
- 4 fenotypen, dwz typen met aparte eigenschappen
 - Langzaam groeiend, geel
 - Snel groeiend, langbladig
 - Snel groeiend, compact
 - Langzaam groeiend, rose
- CO₂ opname/groei onder verschillende kasklimaat
- Modelmatig benadering richting bedrijfsplanning en -voering

Opzet en behandelingen:

	Licht mol/m ² /d	RV	Temperatuur
1. Controle	3	65%	28°C
2	3	80%	28°C
3	4	80%	28°C
4	4	80%	31°C
5	5	80%	31°C
6	5	80%	28°C



Lichtsom realisatie door voorspellingen/metingen

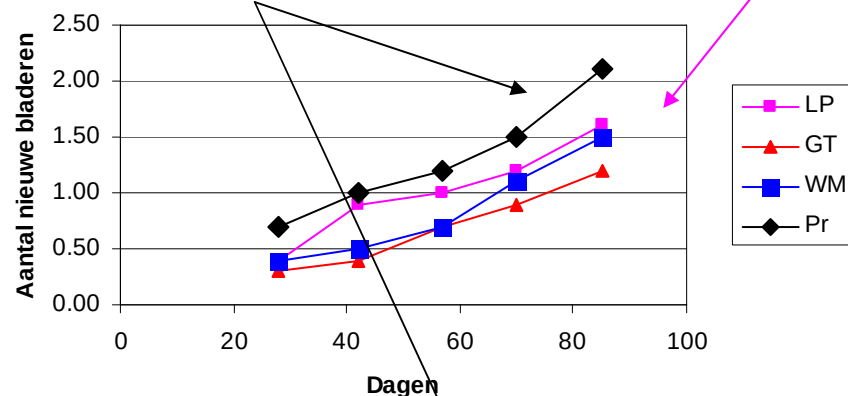


Metingen & analyses

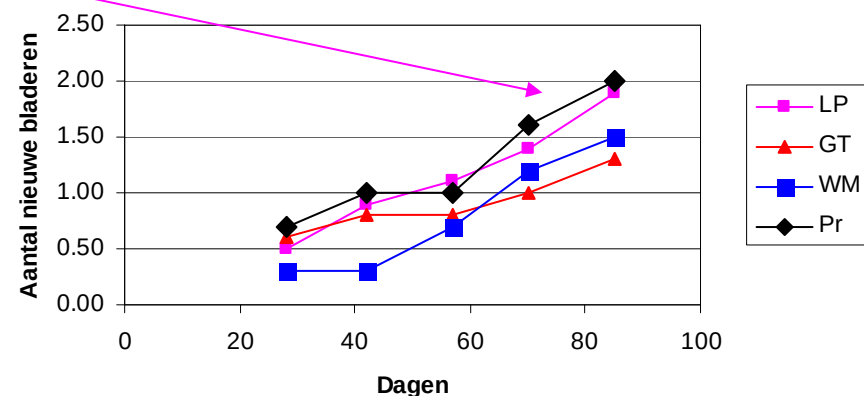
- Groei
 - Bladafsplitsing, bladoppervlak
- Klimaat (lichtsom, temperatuur, RV)
- Microklimaat tussen het gewas
- Bladtemperatuur
- Malaat analyses
- Fotosynthese
 - Dagverloop ~ behandeling
 - Effectiviteit jong en oud blad

Toename nieuwe blad

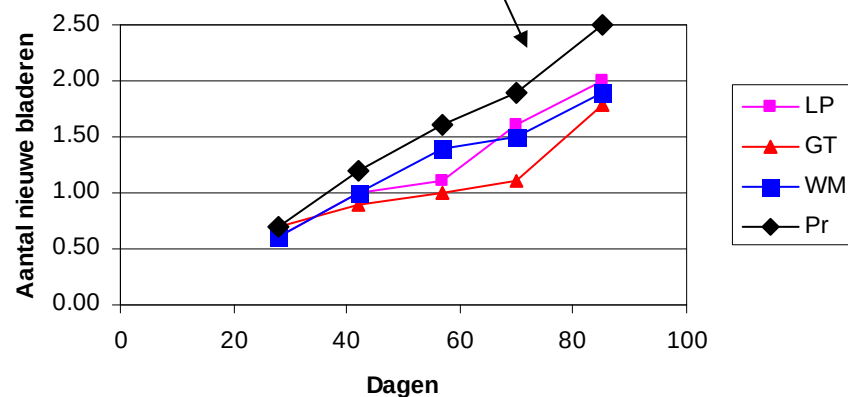
1.03: 4mol 80% 28°



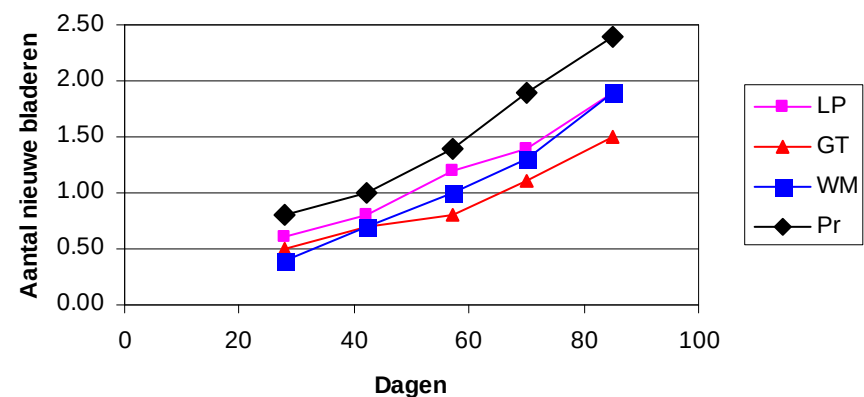
1.06: 5mol 80% 28°



1.04: 4mol 80% 31°



1.05: 5mol 80% 31°



Verdieping 2: Diffuus licht

- Dueck, Janse & Hemming

Diffuus licht – verstrooide licht

Winter: 80% diffuus licht

Zomer: 60% diffuus licht

Voordelen:

- Gelijkmatig licht (geen slagschaduw)
- Beter lichtdoordringing in het gewas
- Minder kans op lichtverzadiging
- Milder micro-klimaat

Experiment WUR Glastuinbouw - Bleiswijk



Controle

Laag diffuus

Hoog diffuus

Haze 0%

30%

70%

Transmissie 83%

83%

80%

Eerste hokedraad teelt

- 15 febr tot 20 juli
- Kasklimaat
- Gewasgroei
- Gewasfysiologie
- Productie



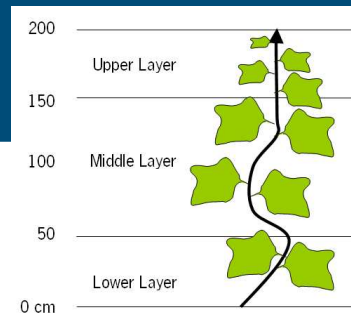
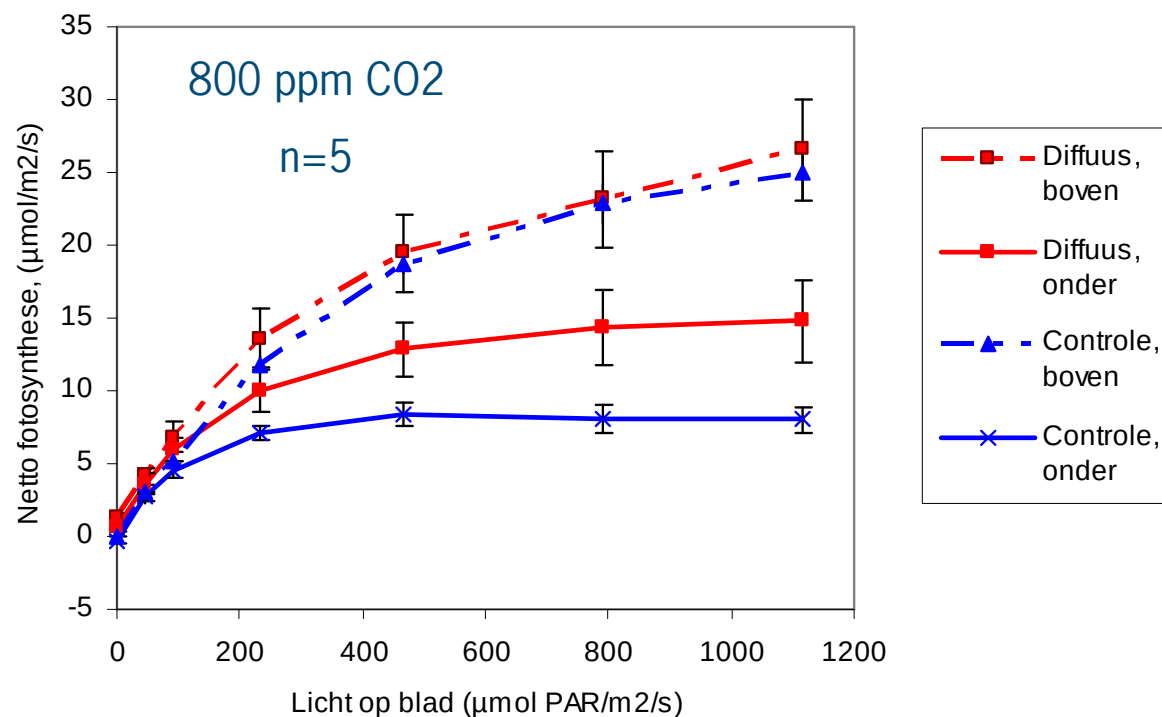
Kasklimaat - zonnige dagen, bovenin het gewas

	Temperatuur (°C)	Vochtigheid (%)
Controle	29.8	59.2
Laag diffuus	29.4	59.7
Hoog diffuus	29.1	60.8

Gewasgroei - blad

	Bladontwik. (#/wk)	LAI (m ² /m ²)	SLA (cm ² /g)
Controle	6.1	4.6	344
Laag diffuus	5.7	4.2	338
Hoog diffuus	5.9	4.1	322

Diffuus licht: fotosynthese ~ bladlagen



Productie - uitgroeiduur

	Wk 19-21 (dgn)	Wk 24-26 (dgn)
Controle	15.5	16.3
Laag diffuus	15.2	15.9
Hoog diffuus	14.6	15.9



Diffuse light: experiment yield



Spring crop
2008

Kg/m²

+6.5%

+9.2%

Nr/m²

+3.5%

+5.2%

Autumn crop
2008

Kg/m²

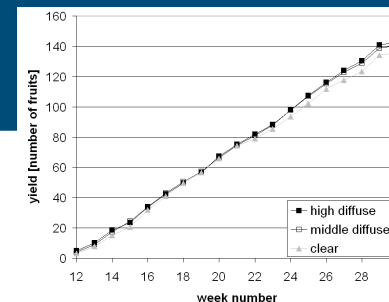
+8.8%

+9.7%

Nr/m²

+5.3%

+6.1%



Verdieping 3: LEDs & chrysant

- Meinen, Dueck, van Ieperen, Hogewoning, Marcelis

Introduction

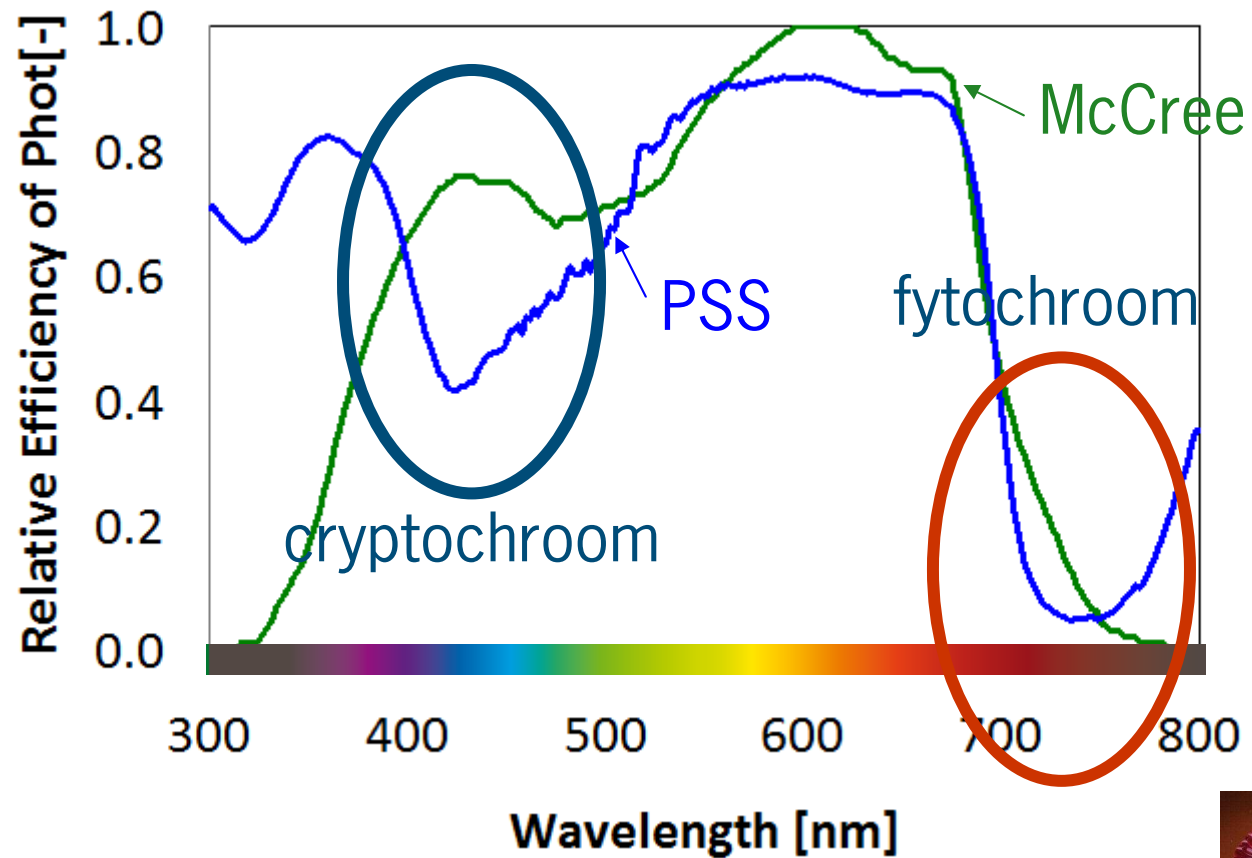
- *Chrysanthemum morifolium* is een korte dag (KD) plant
(i.e. lange nachten nodig om te in bloei te komen)
- Teelt begint met een lange dag (LD) tbv
 - Voldoende taklengte
 - en biomassa
- Assimilatie belichting beperkt
- tot 12 uur/dag in de KD



Onderzoeksvragen

- Kan bloei geïnduceerd worden onder LD condities?
- Hoeveel biomassa wordt gerealiseerd door extra uren assimilatie belichting?

Photosynthesis & PSS



Experiment

- *Chrysanthemum morifolium* cv. Zembra
- Vier LED-behandelingen, $100 \mu\text{mol PAR m}^{-2}\text{s}^{-1}$,

- KD 
 - **11uur**, 80% rood / 20% blauw
- LD 
 - **15uur**, 80% rood / 20% blauw
- LD_{special} 
 - **15uur**, KD(11 uur) + additionally 4h blauw
- KD_B 
 - **11uur**, 11h blauw

- 4 klimaatkamers (22°C, 65% RV, ambient [CO₂])

Results:

Duration to flower initiation

■ (in number of days after start light treatment)

● SD	(11h RB)	28-29 d
● LD	(15h RB)	60 d
● LD _{special}	(15h SD+4h B)	28-30 d
● SD _B	(11h B)	28-29 d



Conclusies

- Bloei-inductie van KD chrysant is mogelijk onder LD condities
- Door spectrum aan te passen wordt tevens stengelgroei en biomassa gerealiseerd gelijk aan die van een KD behandeling
- Dit biedt mogelijkheden om teeltversnelling te realiseren



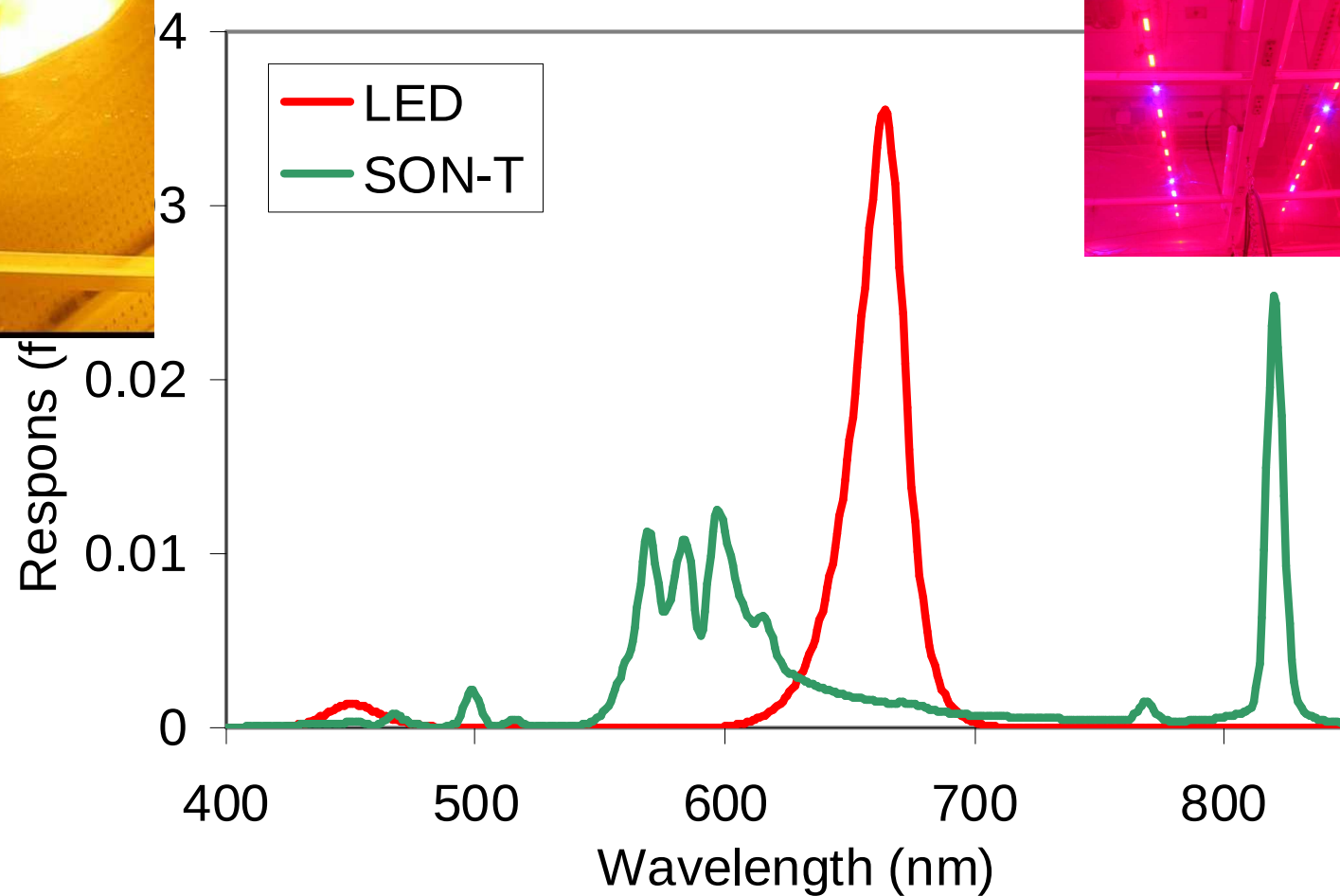
Is een $\mu\text{mol LED}$ = een $\mu\text{mol SON-T}$?

Chrysanthemum 'Anastasia'



- Klimaatkamer experiment
- LED or SON-T
- 2 licht intensiteiten (300 en 150 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$)
- klimaat: 18/19°C, 75% RV, 900 ppm CO₂

Spectra





WAGENINGEN UR
For quality of life

Productschap  **Tuinbouw**
Voor een bloeiende zaak

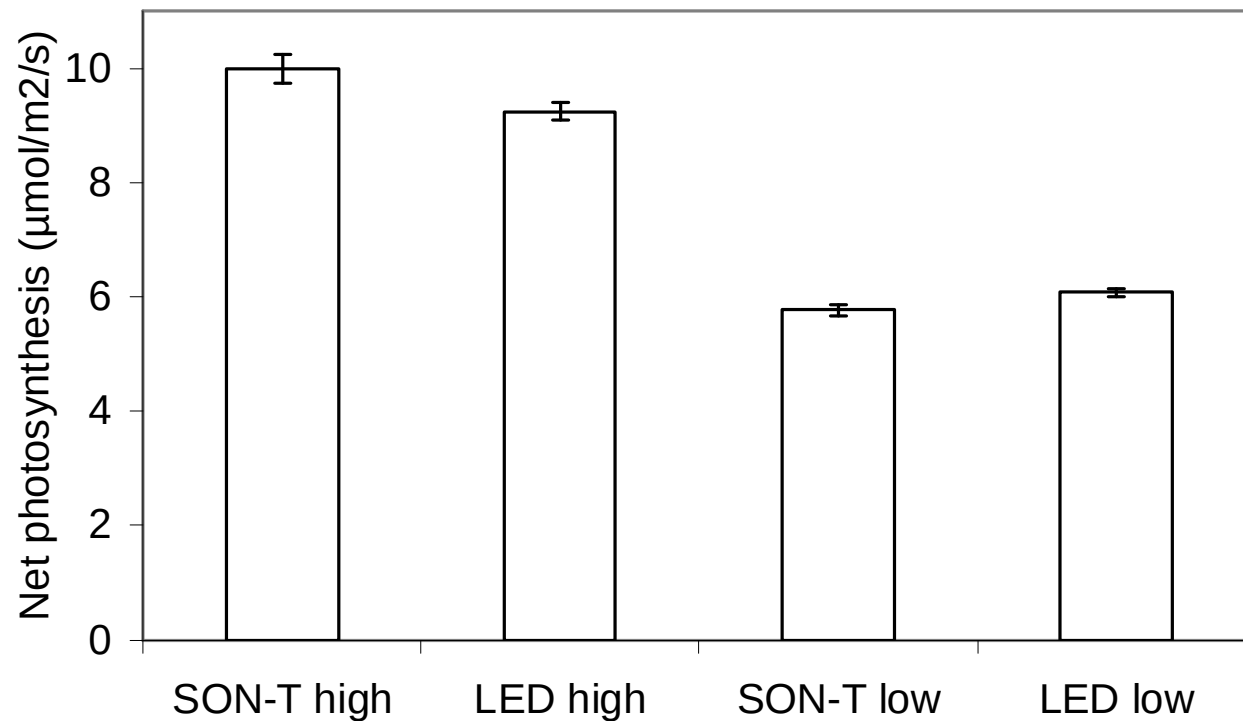


Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit



Kas als Energiebron

Actuele fotosynthese gedurende KD



- Hogere absorptie licht door LEDs
- Blauw licht nodig voor fotosynthese
- Mogelijk te weinig blauw in behandeling (5%)

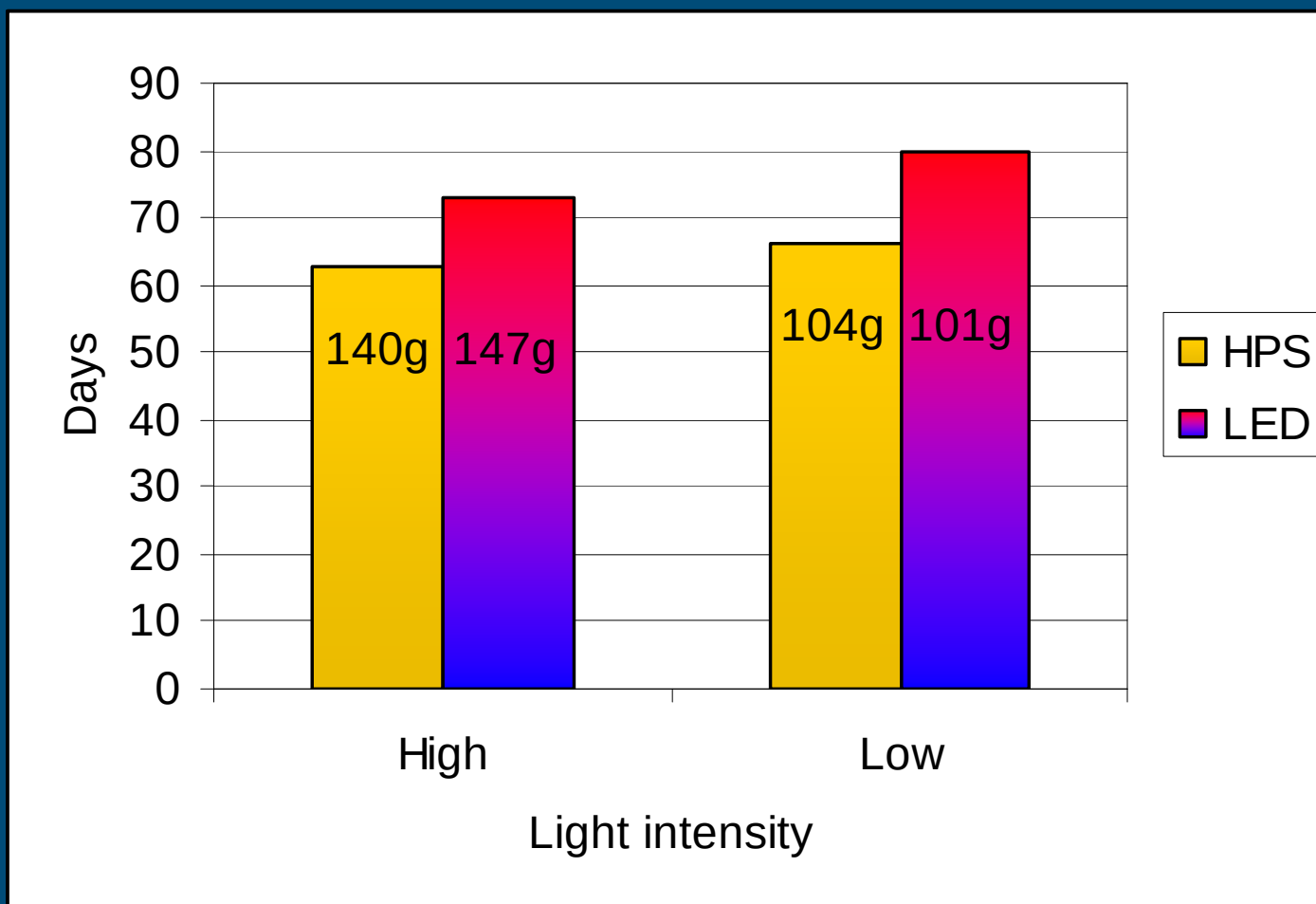
Blad morfologie

SON-t

LED



Takgewicht bij reactietijd, dagen tot reactietijd



WAGENINGEN UR
For quality of life



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit



Verdieping 4: Leren telen met LEDs en SON-T, al dan niet in combinatie

- Dueck, Nederhoff, Janse

Wat gaan we doen in huidige experiment?

- Tot nu toe vnl óf SON-T óf LEDs als bovenbelichting
- In huidige experiment:
 - 100% SON-T - bovenbelichting
 - 100% LEDs – bovenbelichting
 - 50% SON-T en 50% LEDs bovenbelichting
 - 50% SON-T bovenbelichting en 50% LEDs tussenbelichting
- Alle behandelingen worden optimaal geteeld !

Welke aspecten worden onderzocht?

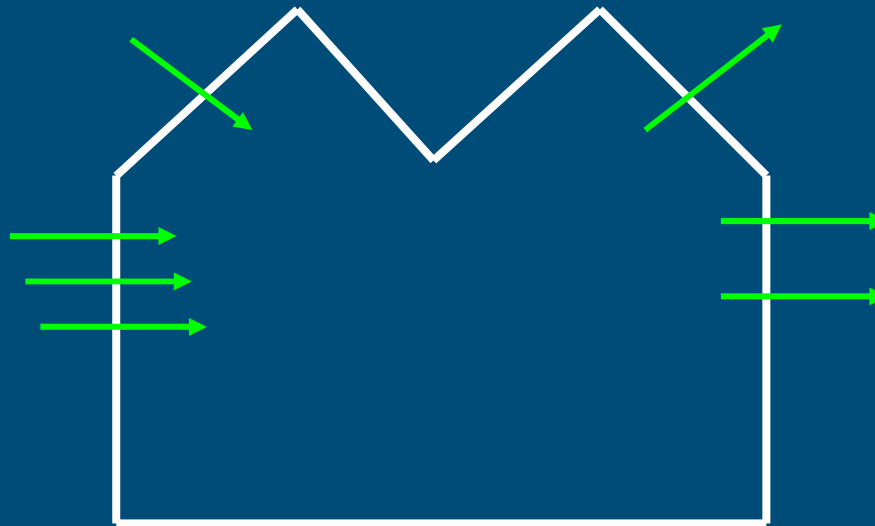
- Temperatuur
 - Verdeling luchttemperatuur in de kas
 - Blad- en koptemperatuur
- Gewasontwikkeling en –sturing (->model)
 - Bladafsplitsing, trosontwikkeling, groei, morfologie
- Invloed licht(type) op gewasfotosynthese
- Energie stromen (->model)

- Hoe te telen onder verschillende licht-klimaten?

Energiestromen = kg tomaat/MJ energie

Energie de kas in:

- Zonnestraling
- Electriciteit
- Gas



Energie de kas uit:

- Warmte via ventilatie of kaswand
- Vocht
- Gewasgroei
- Kg tomaten



SON-T



LEDs



Tussenbelichting



SON-T + LEDs

Rapporten downloaden:

<http://www.glastuinbouw.wur.nl>

- Linkerkant -> rapporten en publicaties
- Boven -> rapporten

■ Email: tom.dueck@wur.nl

Wageningen UR Glastuinbouw

Innovaties vóór en mét de glastuinbouw

© Wageningen UR



WAGENINGEN UR

For quality of life