



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



**Delphy**

# LED als groeilicht; Wat weten we nu?

Lisanne Helmus (Delphy IC) & Kees Weerheim (WUR Glastuinbouw). Energiek event 5 april 2018.



Worldwide Expertise for Food & Flowers

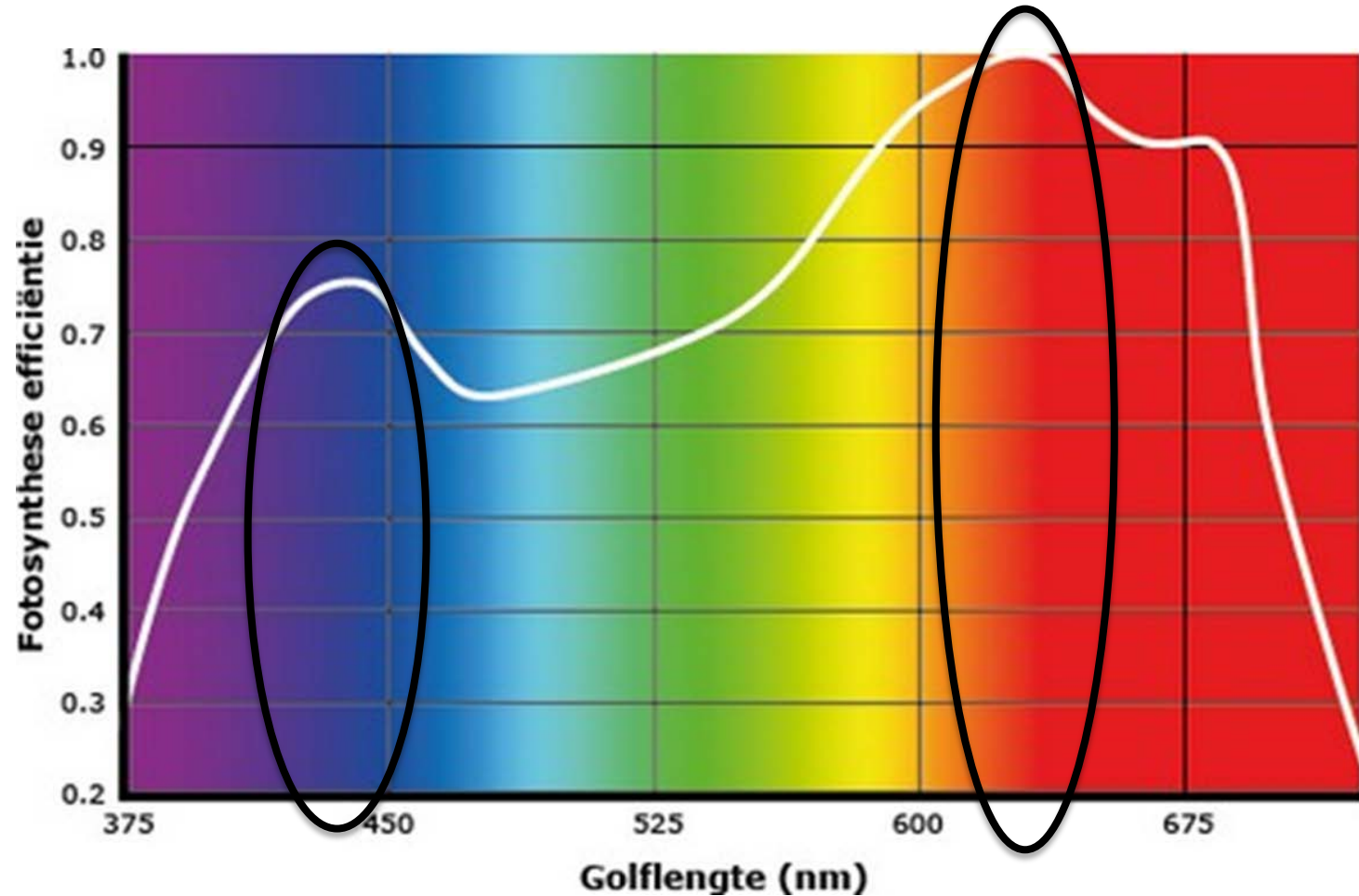
# Belichting in de glastuinbouw

- ✦ Jaarrond gevraagde kwaliteit en kwantiteit leveren.
- ✦ Belichting heeft 2 functies
- ✦ Productie van assimilaten: Fotosynthese.
  - $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$
  - PAR licht tussen 400 en 700 nm.
- ✦ Stuurlicht: beïnvloeden van plantprocessen
  - Specifieke kleuren kunnen de plantontwikkeling beïnvloeden.
  - Kan de productiedoelstelling beïnvloeden.

# LED geeft nieuwe mogelijkheden!

- ✦ Meest efficiënte bron van belichten.
  - Meeste  $\mu$ Molen per Watt input.
- ✦ Focus op meest efficiënte gedeelte van het PAR spectrum.
- ✦ Minder warmte input
  - Licht en klimaat beter onafhankelijk stuurbaar.
- ✦ Mogelijkheden om spectrum aan te passen aan het gewas

# Focus fotosynthese efficiëntie



# Verschillende toepassing van LED



# 100% LED tomaat

## ✦ 100% LED tomaat

- 50% tussenbelichting (2x 53μmol) en 50% topbelichting.

## ✦ 5 jaar teelt technisch onderzoek. (gestart 2013)

- 3 jaar grove tros, 2 jaar smaaksegment.
- Langzamere tros ontwikkeling → hogere stengeldichtheid.
- Klimaat meer stuurbaar → geen energieoverschot.
- Benutting scherming → goed verticaal temp profiel.
- Goede bladkwaliteit.
- Tussenbelichting → kwaliteit groene delen ; gvg.
- Meer belichtingsuren mogelijk --<
- Lange periode benutting tussenbelichting.

## ✦ Goede productie.

# 100% LED roos

- ✦ April 2016 van Son-T naar 100% LED.
- ✦ 205  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .
- ✦ Zomerperiode perfecte licht:temp!
- ✦ Winterperiode productie bleef op niveau maar tak voldeed niet.
- ✦ Spectrumproef → nov 2017 nieuw spectrum.
- ✦ Volgende stap: optimaliseren teeltstrategie met 100% LED onder nieuwe spectrum.

# Hybride belichting Chrysant

- ✦ Elektra input gelijk aan praktijk.
- ✦ Geïnstalleerd vermogen Son-t en LED = gelijk (37.5 W/m<sup>2</sup>)
- ✦ Son-t =  $\pm 65 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ; LED =  $\pm 100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .
- ✦ Eerste jaar: eerder afschakelen voor elektrabesparing.
- ✦ Tweede jaar: mogelijkheden van LED benutten.
  - LED belichting aan <300 Watt.
- ✦ LED belichting primair.
- ✦ In de winter starten en eindigen met Son-t.
  - Benutten stralingswarmte en verrood.

# 100% LED aardbei

- ✦ 4 jaar onderzoek met productie van aardbeien met LED.
- ✦ In productiefase etmalen van 13 tot 14°C.
  - Ontbrekende warmteproductie geeft hier een teelttechnische voordeel.
- ✦ Goede productie en vruchtkwaliteit.
- ✦ Strecking is een aandachtspunt.
- ✦ Junidragers vs doordragers.
- ✦ Uitdaging is continue productieprofiel.

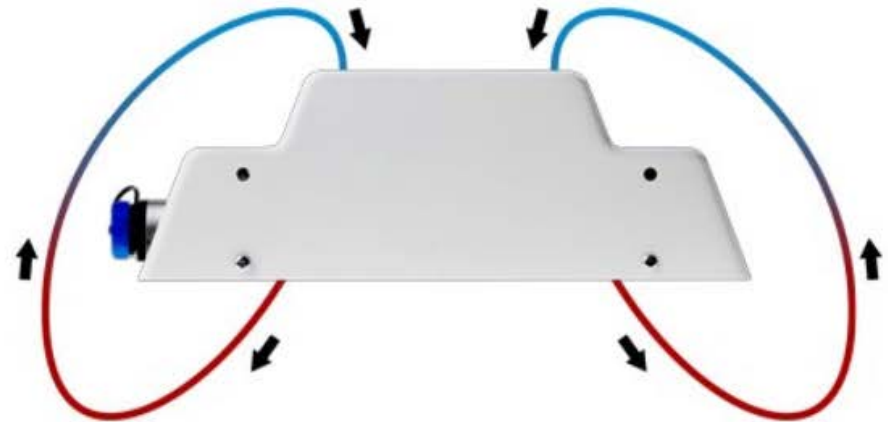
# LED onderzoek WUR

- ✦ Stuurlicht tomaat (Workshop Anja Dieleman)
- ✦ Verrood tussenbelichting tomaat
- ✦ Full-LED tomaat
- ✦ LED tussenbelichting komkommer
- ✦ Snelle slateelt onder LEDs
- ✦ High output LED alstroemeria
- ✦ Hybride belichting bramen (rondleiding)

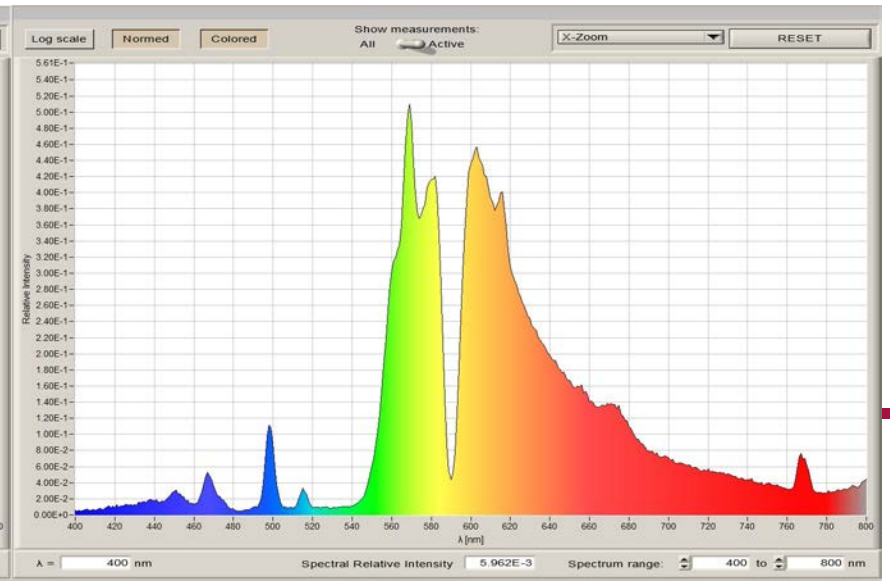
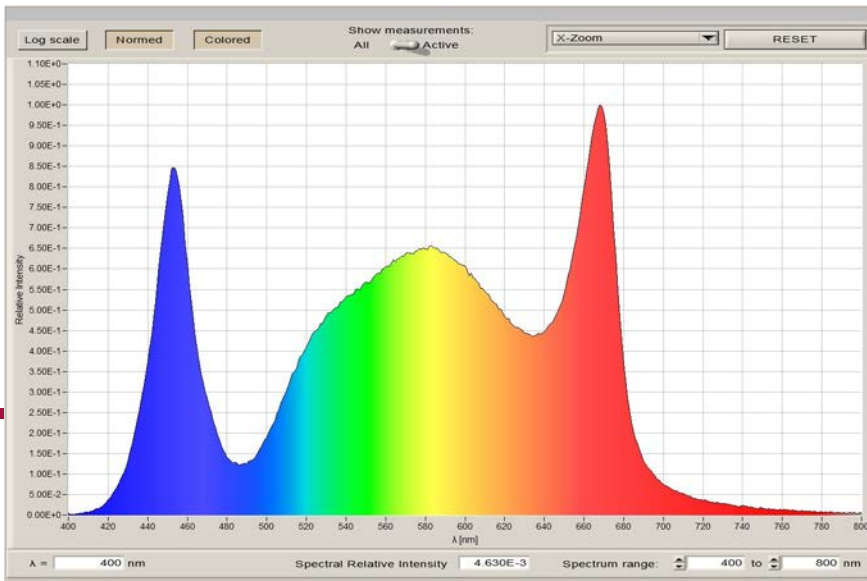


# Full LED tomaat in de praktijk: effecten op temperatuur en lichtverdeling

- ✦ 3 ha tomaat kwekerij Lans
- ✦ Breed spectrum (wit/rood)
- ✦ Rendement 2.18  $\mu\text{mol/J}$
- ✦ Actief luchtgekoeld en dimbaar

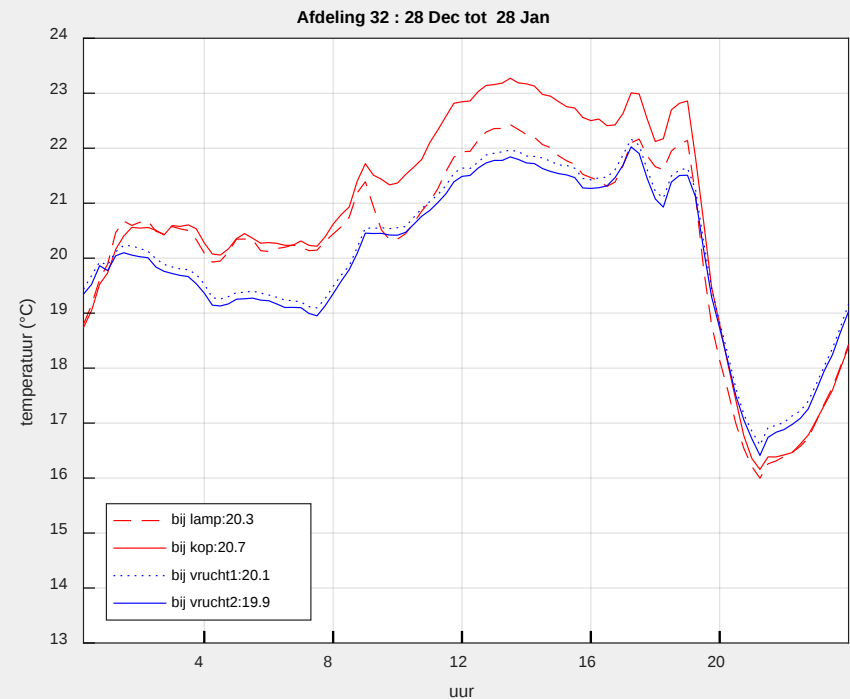
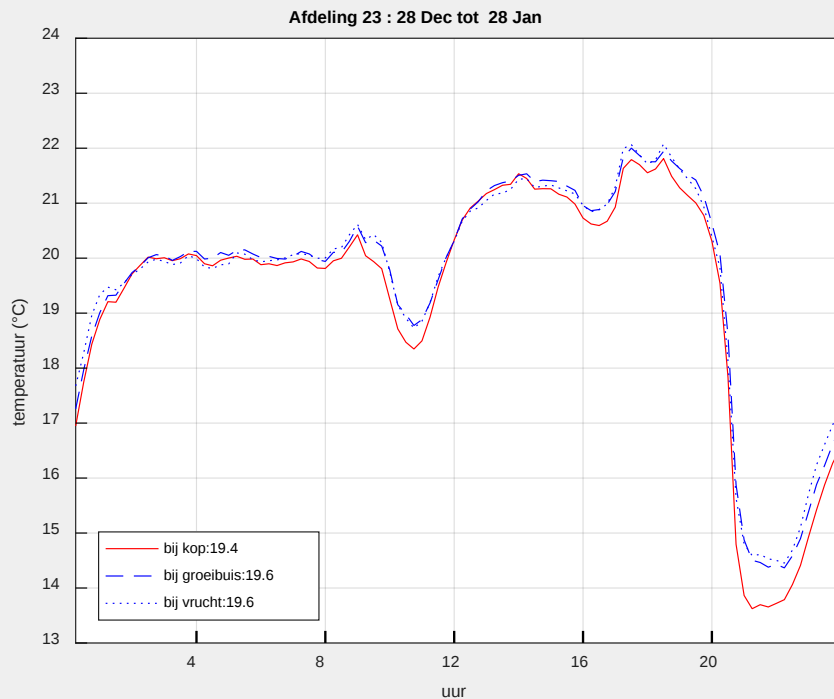


# Full LED tomatat



# Full LED tomaat

- Temperatuurverdeling in gewas



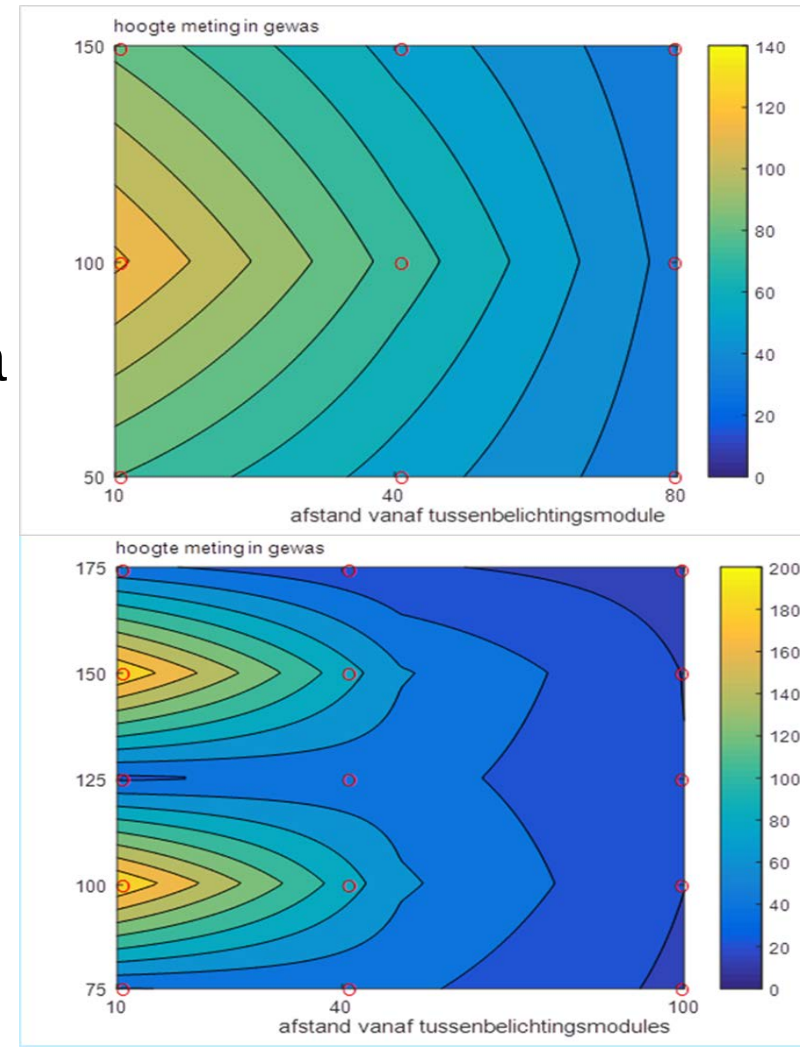
# Full LED tomat

## ✦ Waarnemingen

- Forse verschillen tussen LED en SON-T wat betreft temperatuurverdeling (en licht)
- LED produceert meer convectieve warmte
- Deze warmt vooral de bovenkant van het gewas op > lagere RV
- Verticaal temperatuurprofiel hierdoor minder gelijk dan bij SON-T
- Stralingswarmte SON-T komt dieper in gewas
- Directe vergelijking in productie kan niet gemaakt worden.

# Tussenbelichting komkommer

- ✦ Gemeten bij 2 bedrijven
- ✦ Lichtverlies resp. 19 en 4%
- ✦ Positie lampen en bladmassa
- ✦ 1% meer licht = 0.8% meer productie
- ✦ Hogere stengeldichtheid  
betere lichtbenutting dan  
meer vruchten



# Snelle slateelt onder LEDs

- ✦ Ruim 3 jaar onderzoek slateelt op water
- ✦ Teeltsysteem zo efficiënt mogelijk benutten
- ✦ In 2017 4 rassen
- ✦ 17 uur  $135 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  RB LED
- ✦ Intensief telen: Etmaal T  $23-21^\circ\text{C}$
- ✦ 1000 ppm  $\text{CO}_2$



# Resultaten

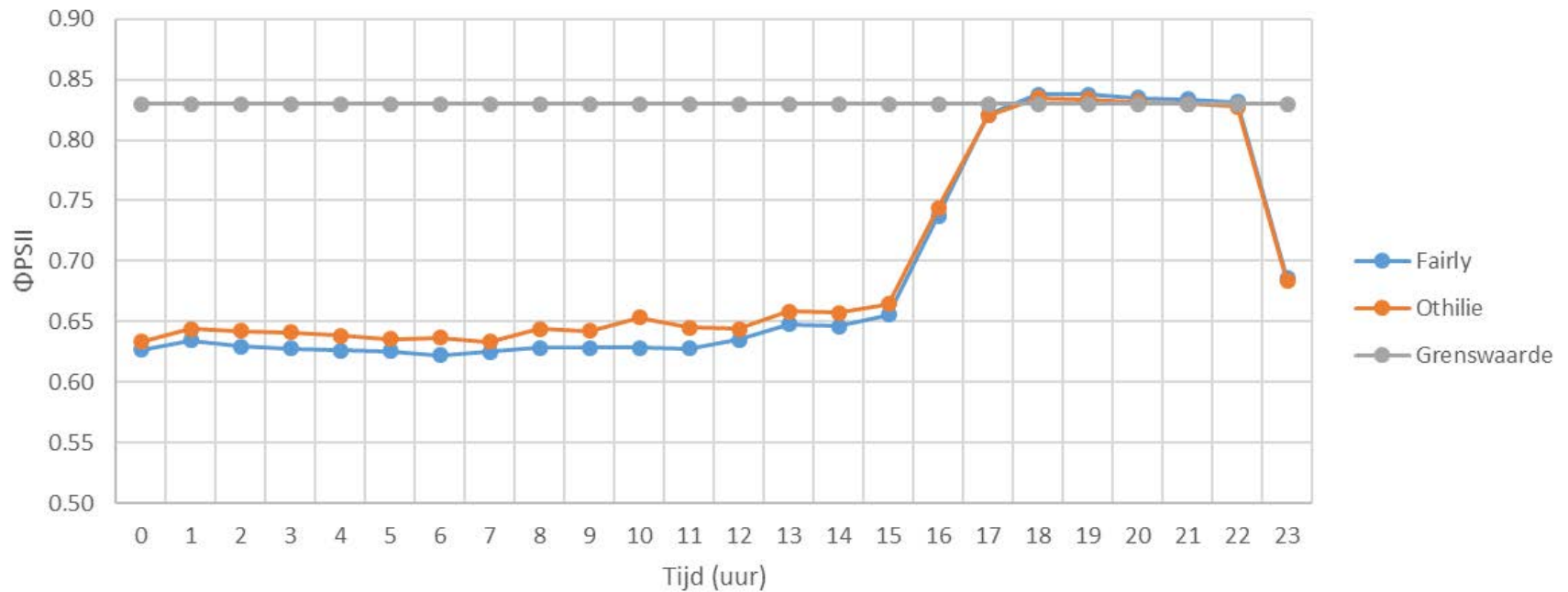
- ✦ Korte teelten mogelijk (40/21 dagen)
- ✦ Stug blad, vooral botersla
- ✦ Wortelkwaliteit
- ✦ Zeer hoge RV in de nacht nodig, maar niet te lang
- ✦ Zuurstof positief
- ✦ Hoge productie



# Resultaten

## ✦ Belichtingsduur en fotosynthese efficiëntie?

Fluorescentie (cyclisch gemiddelde)



# Conclusies snelle slateelt onder LEDs

- ❖ Lichtbenuttingsefficiëntie (groei per mol PAR):
  - Gemiddeld zaai-oogst 17 g/mol
  - Gemiddeld plant-oogst 23 g/mol
- ❖ Uitdaging kwaliteit bij hoge groeisnelheid
- ❖ Kostprijs telen onder LED benaderd grondteelt



# Conclusies.

- ✦ LED belichting biedt nieuwe mogelijkheden in de teelt.
- ✦ Hogere efficiëntie maakt LED → energiezuiniger.
- ✦ Voor een goede inzet van LED is nieuwe kennis nodig over:
  - Combinatie groeilicht en stuurlicht.
  - Relatie tussen licht en gewas.
  - Teeltstrategie.
  - Optimale lichtonderschepping en fotosynthese.
- ✦ Iedere teelt en gewas vraagt om eigen finetuning!

# What's next?

- ✦ Vervolg: Spectrumproeven met tomaat, sla, alstroemeria en chrysant
- ✦ Spectra met groen, wit en verrood licht.

# Stellingen voor discussie

- ✦ Moet er wel onderscheid gemaakt worden tussen groeilicht en stuurlicht?
- ✦ De vele mogelijkheden van LED vormen momenteel nog een beperking van introductie in de praktijk?!