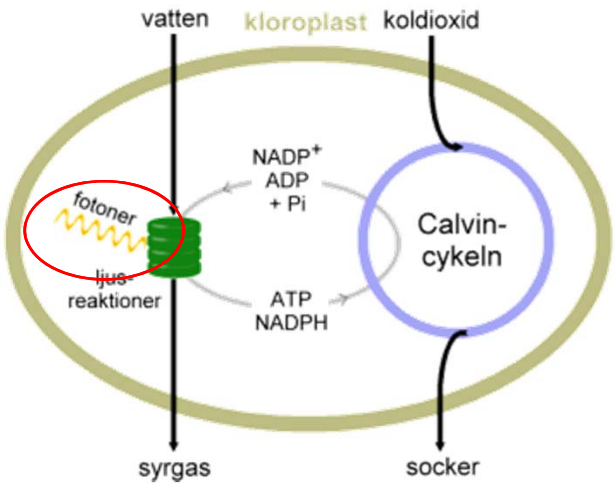
Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

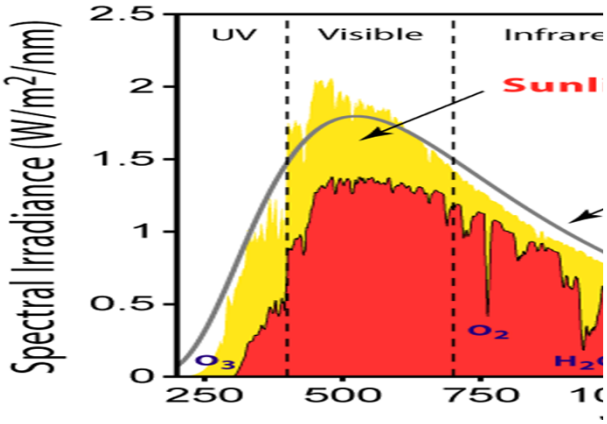
Artificiellt ljus i hortikulturella produktionssystem- Kulturgrupp Gurka

Karl-Johan Bergstrand
Institutionen för Biosystem och teknologi
2014-01-15



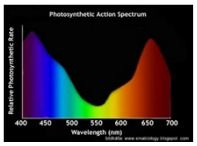
© Svante Åberg, Umeå Universitet

Är solljus det bästa för plantorna?



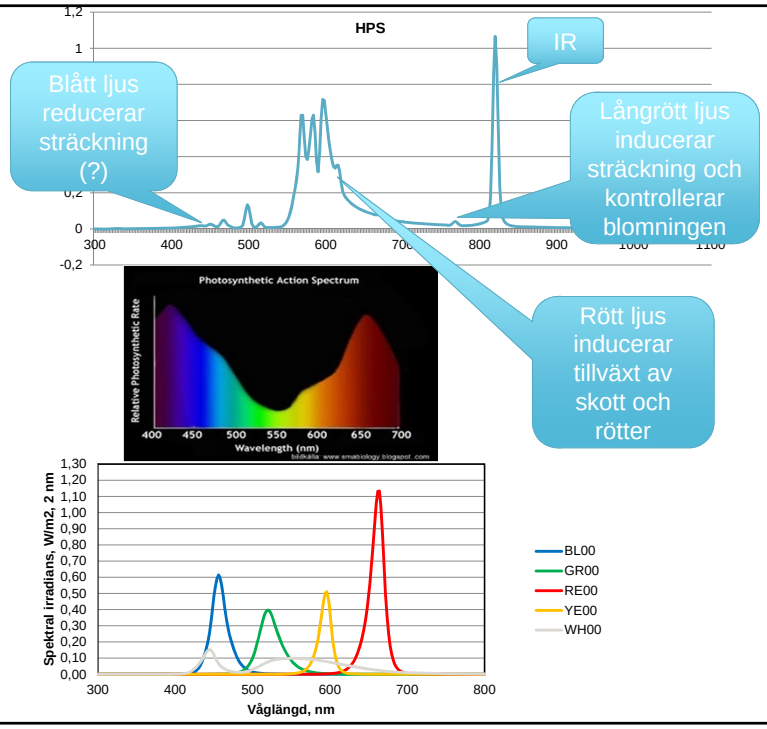
Bildkälla: www.wikipedia.org

Klorofyllets aktionsspektrum →



Bildkälla: www.smsbiology.blogspot.com

Spektrum



Att mäta ljus

- Lux-baserat på mänsklig uppfattning
- µmol m^{-2} s^{-1}-absolut tal baserat på antal fotoner ”ljuspaket”
- PAR-Photosynthetic Active Radiation
- Typiska siffror µmol m^{-2} s^{-1}: Ute upp till 2000, tillskott växthus 100, kompensationspunkt 15-20

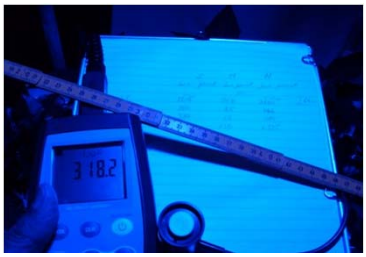


Foto: K-J Bergstrand

Belysning i växthus-historik

- Tidiga försök-början 1930-talet

(glödlampor, lysrör, neonrör)

- Första kommersiella odling i Sverige-1930-tal
- Stort genombrott-slutet 1960-tal

(Kvicksilverlampor, lysrör, metallhalogenlampor)

- 1970-talet- genombrott för högtrycksnatrium, 400 W
- 1990-tal: Högtrycksnatrium 600 & 1000 W, fas-till-fas installationer, ”interlighting”
- 2000-tal: Högtrycksnatrium: elektroniska drivdon

Nya tekniker: LED, Plasma, Keramisk metallhalogen, Induktion

Ökande total yta (Europa), ökad installerad effekt

Belysning i växthus-syften och omfattning

- Driva fotosyntesen under mörka årstiden (odling året runt alt. förlängning av säsong)
- Ökad transpiration och upptorkning
- Fotoperiodiskt ljus (Förhindra KD-plantor från blomning under vintern, resp. inducera blomning i LED-plantor under vinter)
- Odling i odlingskammare utan naturligt ljus

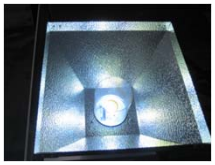
- Året-runtodling av gurka, tomat och paprika (Nederländerna, Norge, Finland)
- Året-runtodling av sallat och kryddväxter (Europa inkl. Sverige)
- Odling av krukodlade prydnadsväxter under mörka perioden (Europa, Nordamerika etc. Typiska kulturer: Kalanchoe, Julstjärna, Begonia, Orkidée etc.)
- Året-runtodling av snittblommor (Nederländerna, Norge)
- Plantuppdragning vår (Hela världen)

Förväntningar på nya teknologier för växthusbelysning

- Minskad (el-) energiförbrukning
- Bättre möjligheter till styrning av ljuset
- Nya möjligheter för utformning av armaturer-”interlighting”
- Bättre produktkvalité hos prydnadsväxter
- Förbättrad smak och näringsvärde/kvalité hos färska kryddor och grönsaker

Teknologier

- Historia: Glödlampor, neon, kvicksilver
- Idag: Högtrycksnatrium (HPS), Lysrör (-lampor), metallhalid
- Imorgon: Induktionslampor, fältemissionslampor, plasmalampor, LED?



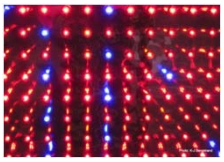


Foto: K-J Bergstrand

Teknologi	Fördelar	Nackdelar	Kommersiellt tillgänglig
Högtrycks-natrium (HPS)	Lågt pris Högt ljusflöde Beprövad teknik	Ej optimal ljuskvalité Bristande styrbarhet Rel. kort livslängd	Ja
LED	Hög styrbarhet Flexibilitet gällande utformning och placering av armaturer Lång livslängd Ljuskvalité, ljusutbyte	Högt pris Kräver kylning Skrymmande armaturer Brist på IR (?)	Ja
Keramisk metallhalogen (CMH)	”Vitt” ljus Lång livslängd	Högre pris än högtrycksnatr. Tveksamhet kring ljusutbyte Bristande styrbarhet	Ja
Plasma	Högt ljusflöde Ljuskvalité Lång livslängd	Kostnadsläge Obeprövad teknik	Ja
Induktion	Livslängd	Obeprövad Lågt ljusflöde Bristande styrbarhet	Ja
Fältemission	Ljuskvalité Ljusutbyte	Obeprövad	Nej
Kompaktlysrör	Lågt pris ”Vitt” ljus	Begränsad livslängd Otillräcklig styrbarhet	Ja

© K-J Bergstrand 2014

”Verkningsgrad” hos lampor

- Mätes korrekt i µmol/w, men i praktik ofta i %
- Glödlampa: 7%
- Lysrör (T8) 25%, T5 upp till c:a 35%?
- Metallhalogenlampa: 21-23%
- Högtrycksnatrium: 27-32% (35)%
- LED: upp till c:a 35%

Resultat

Kalanchoe

- Färskvikt, planthöjd och antal blommor var högst för plantor odlade under HPS

Foto: H.K. Schüssler

Vit LED Röd/blå LED HPS

Datum blomning:
Vit LED: 18 December
Röd/blå LED: 18 December
HPS: 13 December

Resultat

Julstjärna

- Inga skillnader i sträckning
- Frisk- och torrvikt lägre i röd/blå LED

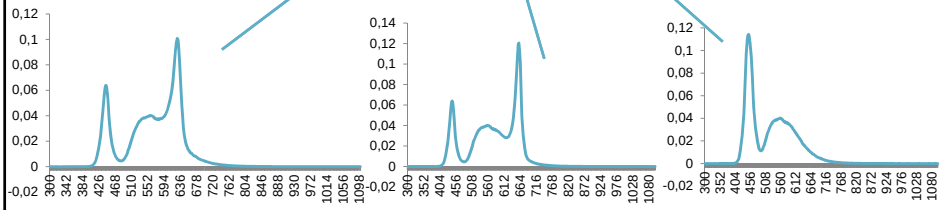
Foto: H. K. Schüssler

Vit LED Röd/blå LED HPS

Jämförelse av olika spektra

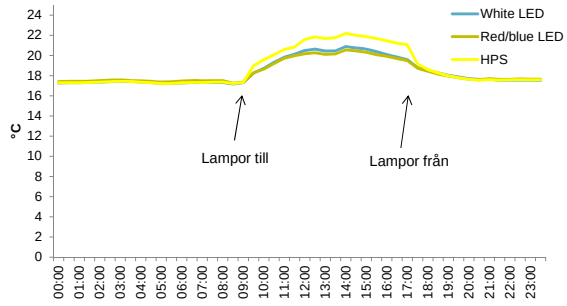
Lysrör

HPS



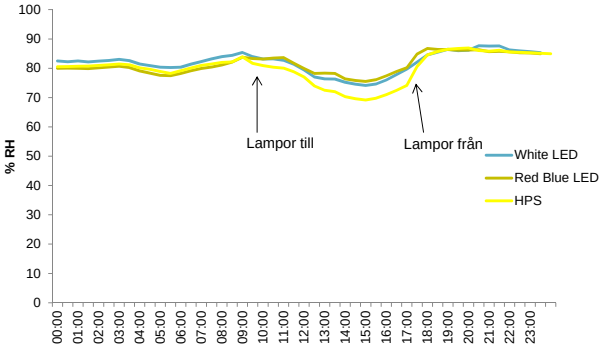
Skillnader i friskvikt, lysrör och HPS högst

Foto: K-J Bergstrand



En typisk dag

Lufttemperatur i plantskiktet



Relativ luftfuktighet i plantskiktet

Värmen-tillgång eller problem?

- HPS: Värmen avges som strålning i samma riktning som ljuset
- LED: Behöver kylas genom konvektion (naturligt luftflöde, fläktar eller vatten)

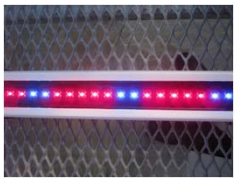


Foto: K-J Bergstrand

Interlighting

Foto: Philips

- Värmen utnyttjas
- Ingen skuggning
- Bättre fruktkvalité
- Möjligen mindre mjöldagg

Belysning-växtskydd

- Mindre mjöldagg med LED? (minskad uttorkning av bladen)
- UV-ljus kan användas för bekämpning av mjöldagg (dödar konidier, stärker bladet)
- Vissa våglängder attraherar/repellerar skadegörare (”aktiva” klisterfällor)
- Ljuskvalitén under odlingen påverkar hur ”smaklig” växten är för skadegörare (tjocklek hos kutikula, sekundära metaboliter)

Orsaker till besvikelser med LED

- Ljussensorer underskattar rött ljus (t.ex. från HPS)
- Ett plantbestånd drar bättre nytta av grönt och gult ljus än ett enskilt blad
- Växterna anpassar sig till ljusförhållandena
- Bladtemperaturen väldigt viktig

Vad behöver uppfyllas för att LED ska slå igenom?

- Effektiviteten (i % eller µmol per watt) behöver förbättras ytterligare
- Ljuskällan bör placeras inne i beståndet för att dra nytta av värmen och minska skuggning
- Ytterligare forskning kring ljusutnyttjande och möjligheten att styra tillväxten med ljuset
- Kylningen-fläktar, vatten eller kylflänsar?

Slutsatser

- Rött+blått ljus mindre lämpligt-inkludera även vitt
- Efterfråga alltid värdet µmol/w, bör vara minst 2.3
- Ljuskällan bör placeras inne i plantbeståndet
- Se till att kylningen säkerställs
- Tro inte alltför mycket på tal om ”optimerat” spektrum
- Tillsvidare: HPS gäller för toppbelysning, LED användbart för ”interlighting”

Tack för mig!

- Frågor?
- Ytterligare frågor: 040-415343, karl-johan.bergstrand@slu.se

Foto: K-J Bergstrand