

PSO 2006

Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Elbesparelser i væksthuse med LED vækstlys systemer



*LED har et stort potentiale som alternativ til
højtryksnatriumlamper inden for vækstlys*



Resumé:

I projektet er det under kontrollede klimakammer forhold og efterfølgende i forsøgsvæksthuse på KU-LIFE undersøgt, om LED-lyskildernes evne til at regulere spektralfordelingen kan optimere produktionen af forskellige typer potteplanter. Der er til klimakammerforsøgene udviklet regulerbare LED-testlamper med speciel kontrolelektronik for at kunne tilpasse blåt-rødt LED-lysforhold, og lamperne er efterfølgende brugt i to testserier på krysantemum planter for at kortlægge effekten på produktionen fra hhv. højtryksnatriumlamper, rent rødt LED-lys og LED med 38 % blåt og 62 % rødt lys.

Forsøgene har givet værdifuld ny viden, der udnyttes i endnu et Elforskningsprojekt (340-040) og i et innovationskonsortium under Videnskabsministeriet "Væksthuskoncept 2017".

Brug af regulerbare LED-lamper til væksthushproduktion kan optimere både planteproduktion og energiforbrug

Processen:

Projektet blev startet af Institut for Jordbrugsforskning på KVL (i dag KU-LIFE). Men da projektets centrale forskere under projektet flyttede til AgroTech, blev den praktiske projektledelse varetaget af dette GTS-selskab som underleverandør til KU-LIFE.

Dong Energy har været primus motor i projektets etablering og sammensætning. GartneriRådgivningen har været bindeled til gartnerierhvervet.

DTU Fotonik har haft til opgave at dimensionere de testlamper, der er brugt ved projektets praktiske forsøg med LED- og højtryksnatriumlamper og udvikle den kontrolelektronik, der løbende kan justere forholdet mellem blåt og rødt LED lys.

Desuden har DTU Fotonik varetaget de spektrometriske målinger.

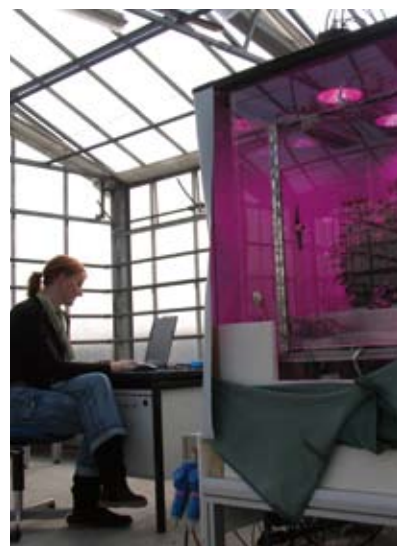
Målsætning:

Projektet har haft til formål at undersøge, om erfaringerne med at dyrke spiselige afgrøder til længerevarende rummissioner med brug af LED lys kan udnyttes til at nyttiggøre den lovende energieffektive lyskilde mere generelt i produktionen af bl.a. potteplanter. I Danmark anvendes kunstigt vækstlys i dag primært til potteplanter.

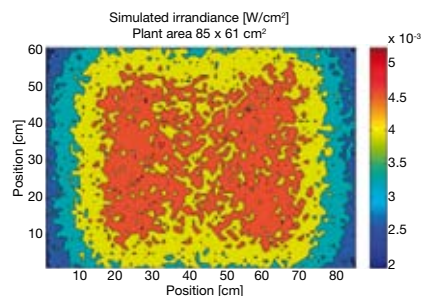
Projektet skulle verificere en antagelse om, at de regulerbare LED-lyskilder kan øge fotosyntese-effektiviteten i sammenligning med højtryksnatriumlys, hvis gule spektralområde har en lav effektivitet. Med regulerbart vækstlys burde det også være muligt at begrænse anvendelsen af kemiske stråforkortere, fordi de fotomorfogetiske processer i stedet kan styres ved at regulere LED lysets spektralfordeling.



LED-lysets potentiale i forhold til traditionelle højtryksnatriumlamper blev dokumenteret gennem vækstforsøg på KU-LIFE. (Foto: AgroTech)



Der blev gennemført forsøg i klimakammer med de specialdesignede LED testlamper for at identificere den optimale spektralfordeling i forhold til fotosyntesen. (Foto: AgroTech)



Simuleret strålingsdistribution ved plantetopniveau. Røde farver svarer til høj stråling, grønne til middel og blå til svag eller ingen stråling. Resultatet viser en homogen bestråling i hele planteboksens areal.

Resultater:

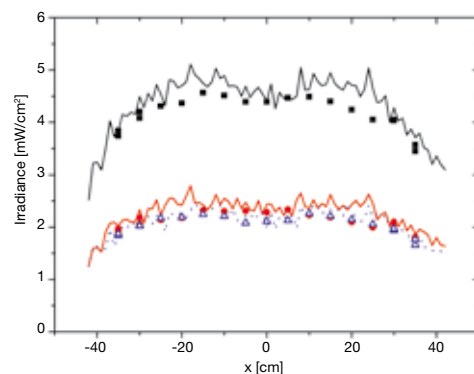
LED-testlamperne blev designet til de indledende klimakammerforsøg, så de kunne opfylde følgende specifikationer:

- Topbølgelængde omkring 455 nm for blåt lys og 648 nm for rødt lys
- Fotosyntetisk fotonstrøm densitet (PPFD) på 150-200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
- Blåt lys andel af samlet lys skulle kunne varieres i spring på 5 % i intervallet 5-35 %
- Homogen belysning ved plantetop-niveau over hele planteboksarealet.

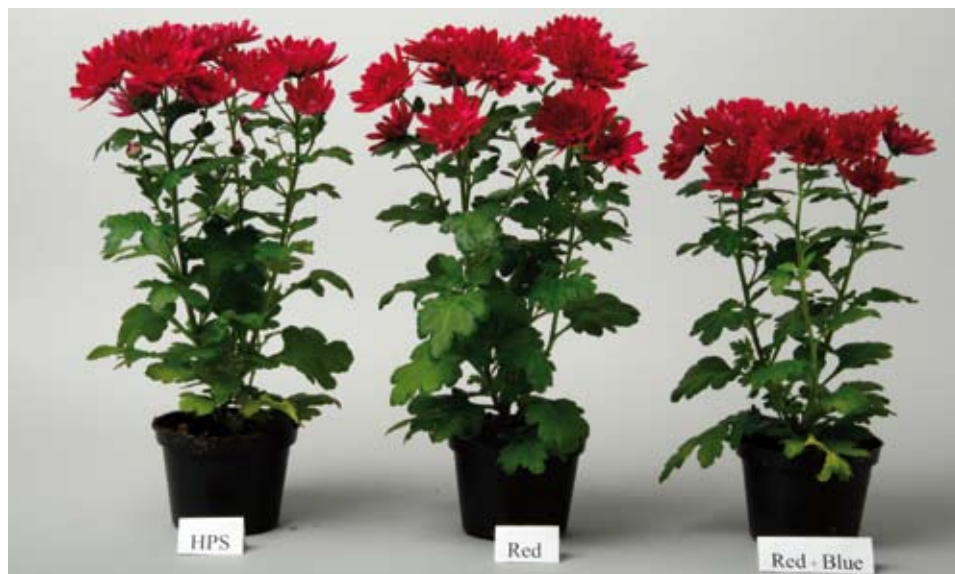
Der blev anvendt fire identiske LED-lamper hver med 72 tætpakkede røde og blå højeffekts lysdioder a 500-600 mW. De spektrometriske målinger viste fin overensstemmelse mellem simulerede og de faktisk målte værdier for PPFD distributionen. Den spektrale strålingseffekt for blåt og rødt LED lys blev målt til en topbølgelængde på hhv. 455 og 639 nm, mens PPFD værdierne blev målt til maksimalt 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ved en andel af blåt lys på 40 %.

I klimakammeret blev der gennemført målinger af fotosyntesten for at identificere den optimale fordeling af blåt og rødt lys ved dyrkning af krysantemum. På dette grundlag blev der iværksat væksthuseforsøg for at kortlægge effekten af hhv. højtryksnatriumlamper (HPS), rent rødt LED lys og LED lys med 38 % blåt og 62 % rødt. Der blev i alt startet fire hold med 60 krysantemum planter i hver: to hold med hhv. HPS-lys og rent rødt LED lys i oktober 2007 og to hold med hhv. HPS og blåt/rødt LED lys i januar 2008.

Alle hold fik identiske vækstbetingelser, og væksthuseets klima blev under forsøgene kontrolleret gennem detaljerede målinger af en lang række parametre. Resultaterne viste, at der med det blotte øje ikke kunne skelnes mellem de to hold krysantemum, der fik hhv. HPS- og rent rødt LED-lys, mens det hold planter, der fik blandet rødt/blåt lys blev 10 % mindre i højde end planter med HPS-lys pga. mindre fotosyntese fra det blå lys.



Med helt optrukne linier er gengivet simulerede PPFD fordelinger, mens fyldte firkanter og cirkler angiver målte værdier. Blå farve angiver blåt LED, rød angiver rødt LED og sort angiver blåt + rødt LED lys. Der ses god overensstemmelse mellem simulerede og målte værdier.



Krysantemum planten til højre, der blev udsat for en kombination af rødt og blåt LED-lys, blev markant kortere end de øvrige testplanter. (Foto: AgroTech).

Den viden, der er opbygget under Elforskprojektet, udnyttes bl.a. i et ambitiøst innovationskonsortium, der skal gøre den danske gartneribranche mere konkurrencedygtig

Konklusion:

På grundlag af de gennemførte forsøg kan det konkluderes, at det regulerbare LED lys har et stort potentiale som alternativ til de traditionelle HPS-lamper, ikke mindst i betragtning af at lysdioderne bliver stadig mere energieffektive. Forsøgene har demeteret flere LED firmaers påstand om, at rødt smalspektret LED lys er mere effektivt end den bredspektrede HPS-lampe.

Til gengæld ser det ud til, at LED kan anvendes som et miljøvenligt alternativ til de kemiske stråforkortere, som mange gartnerier i dag anvender for at opnå den ønskede plantehøjde, fordi de fotomorfo-genetiske processer kan styres ved at regulere LED-lysets spektralfordeling.





Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frb. C
Tlf: 35 300 400

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Forsøgene har givet værdifuld viden om det potentiale for styring af plantevækst, der findes i det regulerbare LED-lys. Denne viden kan for alvor udnyttes til at gøre gartneribranchen mere energieffektiv, når lysdioderne i løbet af nogle år ventes at blive mere effektive end højtryksnatriumlamperne. Med den trinløse regulering vil gartnerne få helt nye redskaber til at styre og energioptimere produktionen.

I flere produktioner er lyssummen altafgørende for produktionstiden, og her forventes den trinløse regulering

at kunne forbedre både produktkvalitet og føre til energibesparelser. Det vil desuden være muligt at tage mindre lyskrævende delprocesser ud af gartnerier, så der fx kan laves stiklingsformering under lysdioder og uden dagslys. Det forventes også, at der kan produceres orkideer i vækstkamre med lysdioder.

Det er dog især i forbindelse med de dyrkningsprocesser, der kræver køling, at lysdioderne på kort sigt har et stort potentiale. Orkidegartnere har således brug for 21° C konstant gen-

nem 4 måneder under blomsterproduktionen, samtidig med at kravet til lysintensitet er meget lavt. Indledende forsøg har vist lovende resultater med flere blomster, når temperaturen kan styres mere præcist end under de gængse produktionsbetingelser. Inden blomstring har orkideerne brug for 27° C, hvilket er meget energikrævende i en dansk vinter i et ét-lags glashus. Ved at producere i et isoleret kammer med LED-belyst hydresystem uden dagslys forventes der, at det kan spares store udgifter til energi.

Effekt:

Mens det er lykkedes de danske gartnerier at reducere energiforbruget til opvarmning med mere end 20 % fra 2000 til 2006, er elforbruget til vækstlys steget med mere end 10 %, bl.a. fordi gartnerne af produktionstekniske hensyn bruger lyset i flere timer. Med resultaterne fra dette første Elforsk-projekt er der udsigt til, at den negative udvikling i elforbruget kan vendes markant i kraft af LED-lysets bedre reguleringssegenskaber.

Elforsk-projektet har ført til, at der i et nyt Elforsk-projekt (340-040) udvikles LED-armaturer, der kan reguleres efter gartneriernes specifikke behov, der varierer fra plantearart til plantearart. Desuden har det projektteam, som AgroTech har samlet omkring udnyttelse af LED i gartneribranchen, opnået nogle kompetencer, der har kvalificeret gruppen til et innovationskonsortium "Væksthuskoncept 2017", der har et samlet budget på 26 mio. kr., hvoraf 13 mio. kr. af bevilget af

Videnskabsministeriet. Her skal forskellige spektralfordelingers effekt på de enkelte plantetyper undersøges nærmere, og konsortiet skal designe armaturer til brug i væksthuse. Målet er at udvikle teknologier, som kan spare 50 % af gartneriernes energiforbrug og på sigt udvikle væksthushusholdningen til energiproducenter i stedet for energiforbrugere.

På kort sigt forventer gruppen at kunne præsentere de nydesignede energibesparende LED-armaturer i forbindelse med COP 15 i København til december. På længere sigt skal teknologiudviklingen sikre den danske gartneribranche en international konkurrencemæssig fordel i kraft af bedre produkter og lavere energiodgifter. Endelig ventes det, at samarbejdet mellem danske universiteter og virksomheder samt Philips Lighting vil udvikle og designe LED-armaturer, som kan blive en global eksportvare.



www.elforsk.dk

Kontaktperson:

Janni Bjerregaard Lund
AgroTech A/S
Højbakkegaard Allé 21
2630 Taastrup

E-mail: jbl@agrotech.dk
Telefon: 87 43 84 76
Web: www.agrotech.dk

Projekt:

Titel: Elbesparelser i væksthuse med LED vækstlys systemer
Nr.: 338-022
PSO Program 2006
Budget: 1.911.765 kr., hvoraf 1.300.000 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2006 – 31.09.2008

Programkoordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.
E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk