

LED til planteproduktion i lukkede rum

LED diskuteres meget, også til lokal dyrkning i lukkede rum. Men hvordan er status, og hvad er de største udfordringer? Det kaster projektet Intelligent Light lys over

Carl-Otto Ottosen & Carolina Palma, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet og Eva Rosenqvist & Søren Gjedde Sommer, Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet. coo@food.au.dk

Kan vi bruge LED lamper til at opnå en betydelig energibesparelse og højere produktivitet med brug af en intelligent styring af lysets farvesammensætning? Er løsningen en kombination af lukkede rum og væksthuse, eller er det slet ikke bæredygtigt hverken energimæssigt eller økonomisk?

Vertical farming – multilag – urban farming – kært barn har mange navne og har været meget omtalt i medierne i en del år, og mange små og større firmaer har forsøgt at komme i gang med meget varierende resultater. Flere af de større spillere på det internationale marked (Infarm i Berlin, Tyskland, Aerofarming i New Jersey, USA, PlantLab i Holland) er Urban Production Systems i Belgien) er gået fra at producere planter til at levere udstyr til andre mulige producenter, og har trods konkurer kunnet tiltrække nye

med grønsager, så her må man investere i avancerede produktionssystemer med mange lag. Både Japan og Singapore er dog motiveret af højere salgspriser på kvalitetsgrønsager. Singapore har allerede i dag bevægelige multilagssystemer i væksthuse, hvor man udnytter det naturlige lys, og reducerer udgifter til belysning, men køling er så nødvendigt.

Pilotforsøg i Intelligent Light

På vores mere nordlige breddegrader giver "normale" væksthuse omkring de større byer en effektiv lokal produktion, men det GUDP financerede projekt Intelligent Light rummer pilotforsøg med dyrkning i lukkede rum (vertical farming) i dele af produktionen, da flytning af formeringsfasen fra væksthuse til isolerede bygninger vil give en væsentlig energibesparelse.

Projektet har vist, at det i princippet ikke er noget problem at udnytte LED til en multilagproduktion for pryplanter og krydderurter med standard LED lamper. Fordelen ved at producere planterne i de lukkede systemer er, at man kan lave den samme kvalitet året rundt – bedst mulige spiring eller rodnings som udgangspunkt med det bedst mulige lys, på et vækststadium, hvor planten ikke er alt for lyskrævende. Det er dog ikke økonomi i at lave hele produktionen i lukkede rum, da den totale mængde lys, som kræves for et slutprodukt, er for stort, og elektricitet til lamper i lukkede rum bliver dyrere end energi til opvarmning af et væksthuse med gratis sollys det meste af året.

Respons afhænger af art

Ved at undersøge forskellige tilpasninger til forskellige lyskvaliteter og -niveauer kan vi allerede se, at der er muligheder for forskellige LED protokoller til en fremtidig intelligent lysstyring. I projektet har



Figur 1. Effekter af forskellige lys sammensætninger på salat – samme lysniveau – cirka 120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ – i lukkede rum.



Figur 2. Blade af krysanthemum dyrket ved forskellige farver lys af den samme styrke viser, hvordan vigtige lyssignaler findes skjult i hvidt lys. Lyset fra venstre er 14 procent blå (i rødt, ensfarvet blå (bøjer bladet opad), cyan, grønt (klorofyl-problemer) og rødt (bøjer bladet nedad). Foto: Søren Gjedde Sommer.

vi videreudviklet konceptet for brug af forskellige LED spektra i lukkede systemer for at forsøge at finde forskelle på arter og sorter med typisk udgangspunkt i realistiske opsætninger for gartnerierne.

I foråret 2019 gennemførte AU forsøg med forskellige plantearter i multilagssystemer med en række forskellige lys sammensætninger, både med standard lamper og med blandinger med grønt og blå, samt langrødt. De viste, at de forskellige arter reagerer meget forskelligt på lyset – salat ville for eksempel stort set ikke vokse under grønt lys (Fig. 1), mens andre arter havde en hurtigere udvikling og faktisk kom til blomstring hurtigere (hvid raps). Det var ikke direkte muligt at pege på en lys sammensætning, der var optimal for alle arter, men vi valgte at forsætte med de normale standarder på lamper (bredspektrede hvide og rød/blå), men også forskellige lysniveauer.

Ved KU er der arbejdet med krysanthemum i ensfarvet lys og den rød/blå standard-lampe med 14 procent blå. Det er velkendt, at lyset ikke kun bruges af fotosyntesen, men at der også findes lysreceptorer, der registrerer lysets farve, som bruges til styring af væksten. I hvidt lys vokser alle planter godt, men når de dyrkes ved forskellige farver af lys, kan man se forskellige vækst-responser (Fig. 2). Det illustrerer, hvor vigtige lyssignaler der er "skjult" i hvidt lys.

Lysets farves betydning

Undersøgelser af indholdstoffer viste også, at lysets farve har meget stor betydning for smag i basilikum. Målingerne af indholdstofferne er sket i samarbejde

med Örebro Universitet i Sverige, og talene bekræfter smagstest.

Blåt lys giver en kraftig næsten petroleumsmag, rødt giver en vandet smag, mens den bredspektrede hvide giver en "normal" basilikum smag. Men til forskel fra salat og krysanthemum er det i basilikum stort set ikke forskel i tilvækst og udseende af planterne, hvilket illustrerer hvor store artsforskelle der er.

Resultaterne for dilid og korianter viste helt klart, at fordoblede man lysniveauet på småplanter, fik man op til tre til fire gange mere biomasse, men uden at planterne var længere. Langrødt kunne til en vis grad øge plantemassen ved den normale lysdosis, men effekten af dobbelt lys var ret markant specielt for standard 80 procent rød/20 procent blå lamper, hvor rodvæksten også var betydeligt bedre. Dette planlægges anvendt til småplanter i gartneriet, fordi man får en meget bedre energitilnyttelse.

Multilagssystemer i Danmark

I Holland har Graamans og hans kolleger regnet på, om det betaler sig at dyrke i multilagssystemer. De har sammenlagt salatproduktion i væksthuse med multilagproduktion med LED installeret til et ret højt lysniveau på 500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ i Holland, i Nordsvetige og i De Forenede Arabiske Emirater.

Konklusionen er, at produktionen på årsbasis bliver større i multilagssystemet på grund af de konstante forhold året rundt. Man undgår det lave lys om vinteren og de lidt for høje væksthustemperaturer om sommeren. Fravær af stress betyder, at man får højere energieffektivitet i multilagssystemer, så produktionen af

en vis biomasse kræver totalt mindre energi. Da man skal betale elektricitet for alt kunstlys i multilagssystemet, kan det dog slet ikke betale sig økonomisk på vores breddegrader, sammenlignet med traditionel væksthuseproduktion.

Fremtiden ligger derimod i at udnytte de nye teknologier i den mindst areal- og lyskrævende del af produktionen, det vil sige at lægge formeringsfasen i multilag. Hvis spiringen/rodningsfasen optimeres, videreføres den gode startkvalitet ind i produktionen, og småplantekvaliteten bliver ens igennem hele året, og et lysniveau rundt 80-120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ er nok. Ved produktion i lukkede rum er dog lysets spektralfordeling væsentlig for resultatet, men hvis man holder sig til de hvide eller rød-blå lamper, der findes på markedet, kommer man ikke helt galt afsted. ■

Projektet Intelligent Light er finansieret af GUDP og projektdeltagere er Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Senmatic, Rosborg, Knud Jepsen A/S og Graff A/S. For AU er der medfinansiering fra Interreg NorthSea projektet SmartGreen og EnergiFyns Fond.

