

Övergång från HPS- till LED-belysning

Att byta från HPS- (högtrycksnatrium) belysning till LED-belysning handlar om mer än att bara byta armaturtyp. Energibalansen i växthuset förändras avsevärt och därför krävs ytterligare åtgärder i odlingen. Förändringen börjar med medvetenhet och insikt i hur omfattande dess effekter är.

24-timmars medeltemperaturen är avgörande för hur snabbt en gröda växer och utvecklas. Det är viktigt att komma ihåg att växter är "växelvarma" — till skillnad från människor och djur kan de inte reglera sin egen kroppstemperatur, utan följer omgivningens temperatur. Växter värms främst upp genom strålning: från solen eller från odlingsbelysning. De får också värme från värmerör och från växthusluften, så länge luften är varmare än växten. Eftersom det handlar om jämviktstillstånd, avger växten också värme genom avdunstning, strålning och konvektion.

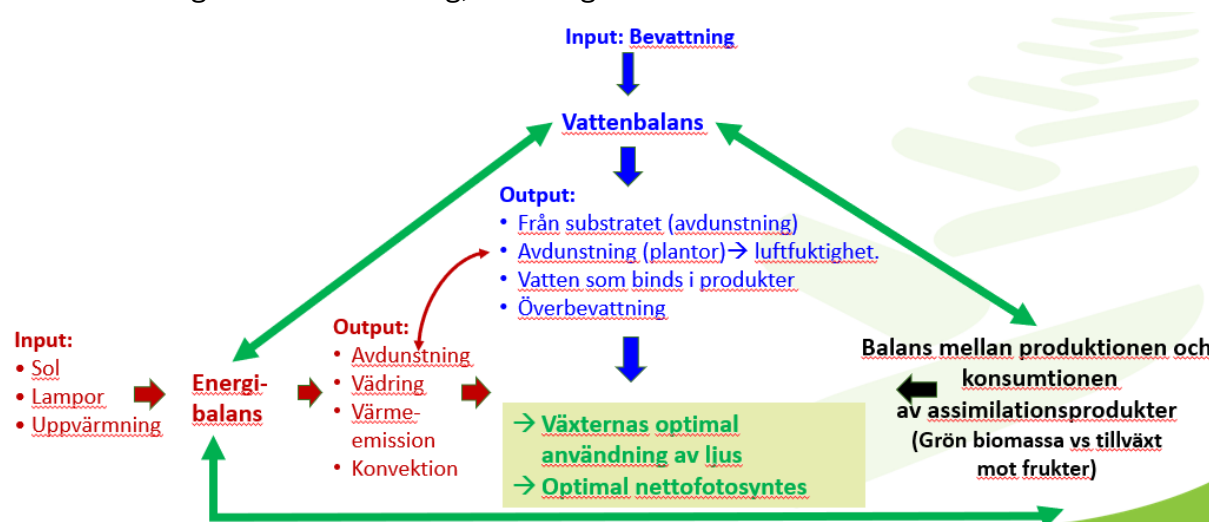


Bild: Tre olika jämviktstillstånd, som påverkar växter. (Vänninen Palmujoki 2022)

Växtens sätt att avge värme

Växtens främsta mekanism för att reglera värme är avdunstning, vilket förhindrar överhettning. Avdunstningen kylar växten effektivt: en fullvuxen tomatplanta kan använda upp till 90 % av sitt vattenupptag för avdunstning. Den andra metoden är strålningsvärme: alla föremål avger långvågig strålning kontinuerligt. Värme strålar alltid från varmt till kallt. Under klara nätter kan växthuset tak avge mycket värme till atmosfären, vilket leder till att grödorna kyles ned. En värmegardin kan motverka denna effekt. Det tredje sättet är konvektion: värmeöverföring via luften mellan bladet och dess omgivning.



Medfinansieras av
Europeiska unionen

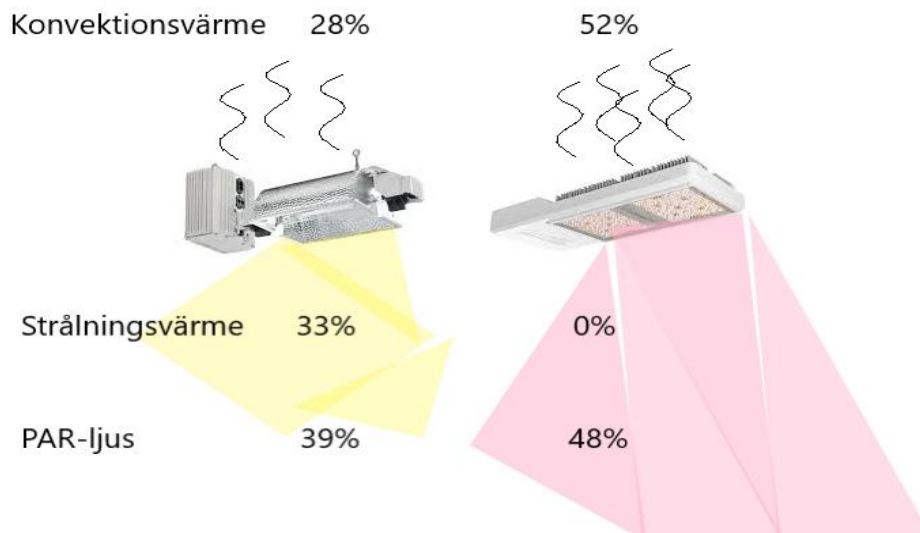


Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto



Skillnader mellan HPS och LED-belysning

Nedan visas en jämförelse av energiomvandlingen mellan HPS- och LED-belysning.



HPS

En HPS-armatur omvandlar 39 % av elenergin till odlingsljus, 33 % till strålningsvärme och 28 % till konvektionsvärme. Den levererar 1,9 μmol PAR-ljus per joule.

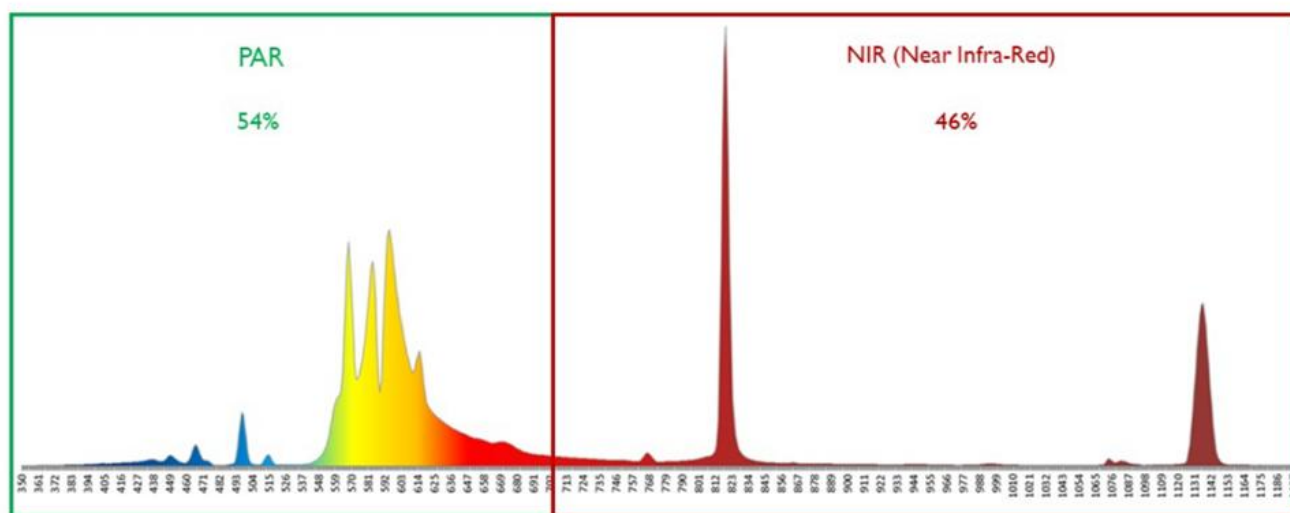


Bild: HPS-lampans spektrum innehåller mycket infrarödstrålning förutom PAR-strålning



Medfinansieras av
Europeiska unionen



Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto



LED

En LED-ljuskälla (med 95 % rött och 5 % blått ljus) är betydligt effektivare: 3,5 μmol PAR-ljus per joule. Den omvandlar 64 % av energin till ljus och 36 % till konvektionsvärme.

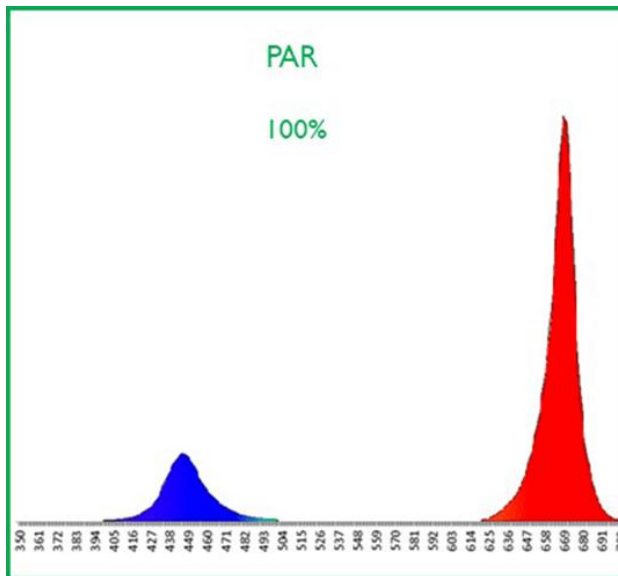


Bild: Spektrum för en LED-lampa innehåller endast PAR-strålning. Det finns ingen värmestrålning als.

Konsekvenser för energibalansen

Eftersom LED-armaturer inte avger strålningsvärme, innebär det att energitillförseln till grödan vid samma ljusnivå är lägre än vid användning av HPS. Detta påverkar:

- **Växtens värmebalans:** växten kan bli kallare.
- **Växtens tillväxthastighet:** lägre vävnadstemperatur kan bromsa tillväxten.

Det är därför viktigt att odling med LED överväga behovet av kompletterande värme, beroende på växttyp och klimatförhållanden.



Medfinansieras av
Europeiska unionen



Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto



Strålningsvärme från belysning

LED-belysning kallas ibland "kallt ljus" eftersom den inte producerar strålningsvärme som når växten, även om själva armaturen blir varm. En större andel av energin omvandlas till konvektionsvärme, men växterna kan inte dra stor nytta av detta. Däremot överförs strålningsvärme från HPS-armaturer direkt till växterna och växthusstrukturen, vilket till exempel kan gynna tomatplantors tillväxtpunkter under vinterodling — högre temperatur vid växtpunkten påskyndar bildandet av nya blad och blommor.

Räkneexempel

Vid övergång till LED-belysning förloras strålningsvärmen. Skillnaderna är betydande:

För att uppnå en ljusintensitet på $230 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ krävs:

- **HPS-armaturer:** 1 050 W
- **LED-armaturer:** 525 W

LED-armaturer är alltså dubbelt så effektiva när det gäller ljusutbyte.

Egenskap	LED	HPS	Solljus
Konvektionsvärme	36 %	28 %	-
PAR-ljus	64 %	39 %	52 %
PPF ($\mu\text{mol}/\text{s}$)	1 850	1 950	-
Strömförbrukning (W)	525	1 050	-
Effektivitet ($\mu\text{mol}/\text{W}$)	3,5	1,9	-
Ljusintensitet ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	230	230	230
Täckningsyta per armatur (m^2)	7,8	8,5	-
Installerad effekt (W/m^2)	67,1	123,8	-
Konvektionsvärme (W/m^2)	24,2	34,7	-
PAR-ljus (W/m^2)	42,9	48,3	52,3
NIR-strålning (W/m^2)	-	40,9	49,1
Energitillförsel på plantornas nivå (W/m^2)	42,9	89,2	101,4

Slutsats:

Man förlorar en betydande mängd energi när man byter till LED och bibehåller samma ljusnivå. Frågan är nu: **Spelar det någon roll?** Svaret beror på typen av gröda, utetemperaturen och tidpunkten på dygnet.

För en mer köldtålig gröda, som sallat, kan det vara en fördel. Grödan värms upp mindre, vilket minskar behovet av vädring och gör det lättare att behålla den tillsatta koldioxiden i växthuset. Vid högre utetemperaturer och när mörkläggningskärmarna är stängda är avsaknaden av strålningsvärme också en fördel. Dessutom möjliggör det en förlängning av belysningsperioden utanför vintermånaderna.

Under årets kallaste månader finns det dock många grödor – frukt, grönsaker och olika snittblommor – där frånvaron av strålningsvärme kräver åtgärder. Det handlar inte bara om effekterna på utvecklingshastigheten, utan även på avdunstning och därmed på näringstillförseln.

Nyckeln till rätt åtgärder är framför allt medvetenhet.

Det är viktigt att förstå hur stor påverkan förändringen har på grödans energibalans och hur mycket av den bortfallna strålningsvärmes som behöver kompenseras. Det finns flera lösningar, som ofta kombineras:

- Användning av extra uppvärmning
- Användning av (energi)gardiner
- Ökad (vertikal) luftcirkulation

Dessa tekniker hjälper till att omdirigera den konvektionsvärme som armaturerna alstrar tillbaka mot grödan.

Sammanfattningsvis:

Det går inte att jämföra odling under HPS- och LED-lampor rakt av. Det blir allt tydligare att vi står inför en **systemförändring**, där många odlingsfaktorer förändras samtidigt. Längre fokuserade forskningen kring LED främst på att hitta rätt färgspektrum. Men alltmer utvecklas försöken till att omfatta hela odlingssystemet. Varje odlare som byter till LED måste förhålla sig till denna systemförändring.

Esa Palmujoki 28.4.2025 Projekt **Nytt Blad – för växthusproduktionen**

Källmaterialet som användes var material som producerats av projekten DigiTomkku och Plant Empowerment(NL).



Medfinansieras av
Europeiska unionen



Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto

