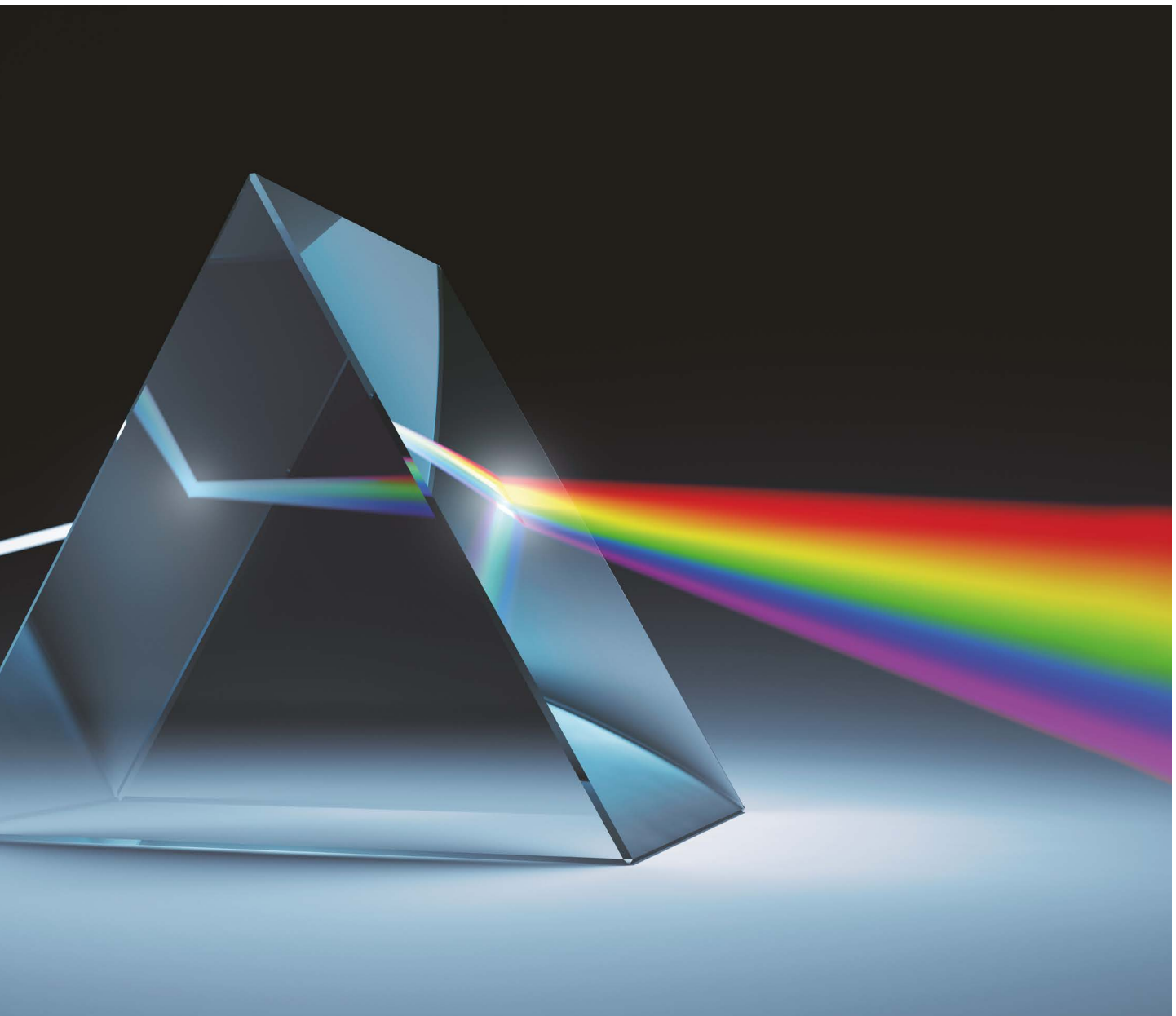


Valoya



SPRIEVODCA LED GROW OSVETLENÍM

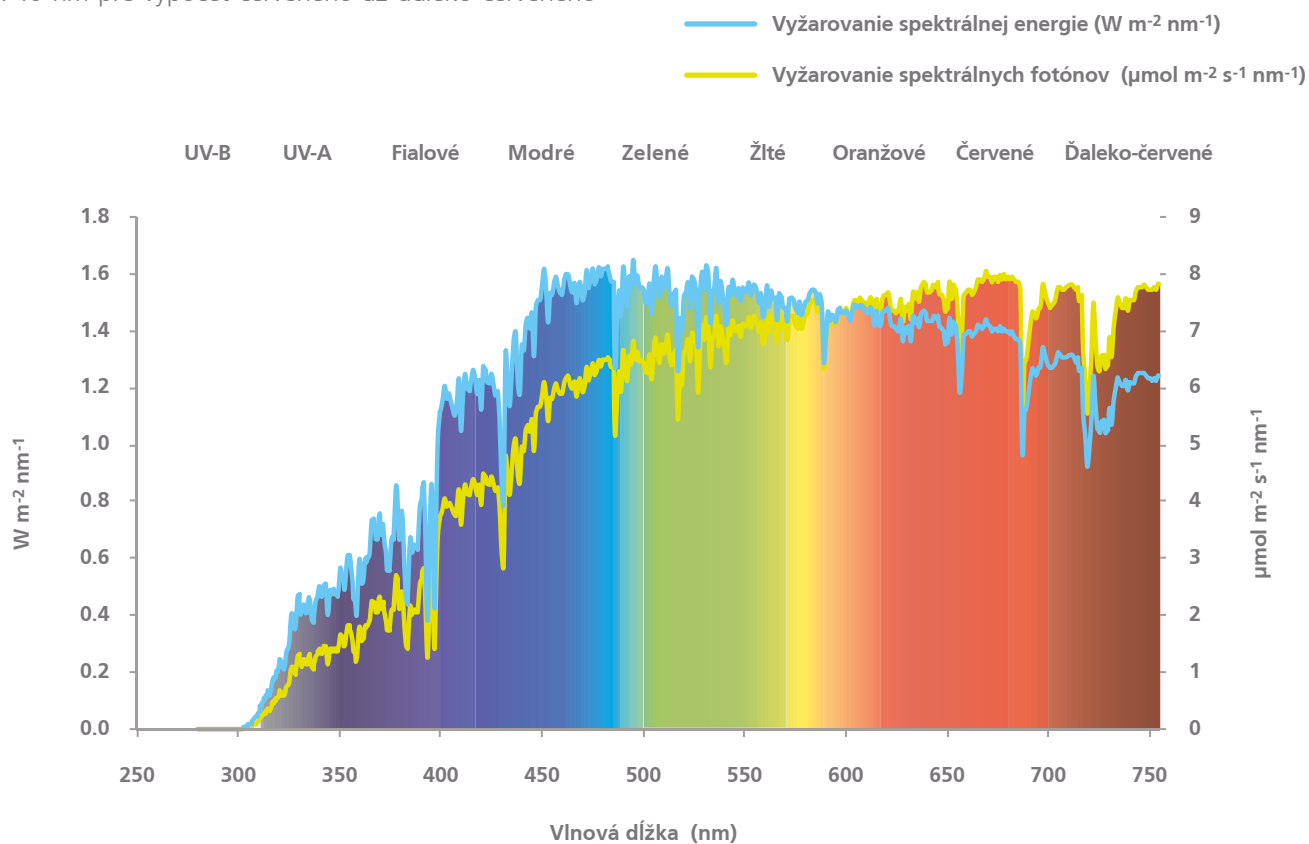
Definícia Svetla

Svetlo je elektromagnetické žiarenie vysielané vo forme fotónov. Rastliny absorbujú svetlo pigmentmi a fotoreceptormi. Rastliny používajú svetlo na fotosyntézu v reakčnom reťazci, v ktorom je svetelná energia premieňaná na chemickú energiu. Svetlo tiež poskytuje rastlinám informáciu o okolitých rastových podmienkach.

Definovanie farebných vlnových dĺžok svetelného spektra vhodných pre rastliny nie je tak jednoduché ako by sa mohol zdať. Existujú ISO normy pre jednotlivé vlnové dĺžky, ale v podmienkach rastlinnej fotobiológie sa bežne používajú odlišné spektrá. Napríklad podľa ISO noriem je červené spektrum definované ako 610-760 nm, ale fotobiológovia môžu použiť červené spektrá od 620-680 nm podľa Sellaro a kol. (2010) a navyše 650-670 nm a 720 - 740 nm pre výpočet červeného až ďaleko červeného

fotónového pomeru (Smith 1982).

Nižšie uvedený graf vykresľuje vlastnosti energetického a kvantového svetelného spektra. Je potrebné prihliadať na použité jednotky a na to, čo je deklarované ako "slnečné spektrum". Dve štandardizačné inštitúcie, Americká spoločnosť pre skúšanie a materiály (ASTM) a Medzinárodná elektrotechnická komisia (IEC) používajú jednoduchý model programu, Atmosférický radiačný prenos slnečného žiarenia (SMARTS) na generovanie pozemných referenčných spektier hlavne pre fotovoltaický systém hodnotenia výkonnosti a porovnania produktov. Tie sa môžu použiť aj ako referencia na iné účely.



Obrázok 1. ASTM G173-03 Referenčné spektrá podľa SMARTS v 2.9.2 AM1.5 terestriálne svetelné spektrum hustota vzduch 1,5 (AM 1,5) (uhol slnečného zenitu 48,19 s) z <http://redc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5/>

Definície (nm)

	ISO	Sellaro	Smith
UV-B	280-315		
UV-A	315-400		
Fialové	360-450		
Modré	450-500	420-490	
Zelené	500-570	500-570	
Žlté	570-591		
Oranžové	591-610		
Červené	610-760	620-680	650-670
Ďaleko- červené		700-750	720-740
Pomer R:FR		650-670 / 720-740	655-665 / 725-735

PBAR

Ešte aj za hranicami PAR sú žiarenia nesúce kritické informácie pre rastliny. Tieto spektrá a ich relatívne pomery silne ovplyvňujú rast rastlín. Preto je presnejšie definovať fotobiologicky aktívne žiarenie v dĺžkach 280-800 nm.

PAR

Fotosynteticky aktívne žiarenie (PAR), označuje vlnové pásma slnečného žiarenia od 400 do 700 nanometrov, ktoré sú fotosyntetizujúce organizmy schopné používať v procese fotosyntézy. Všetky vlnové dĺžky medzi 400 a 700 nm prispievajú k fotosyntéze a navyše nesú informácie o okolitom prostredí.

R:FR

Pomer červeného k ďaleko červenému spektru (R:FR) určuje pomer medzi aktívnymi fytochrómami (Pfr) a neaktívnymi fytochrómami (Pr). R: FR pomer je pre rastliny hlavným zdrojom informácie o ich životnom prostredí. Rastliny rastúce v tienistých podmienkach sa snažia predĺžiť si stonku a listy aby dosiahli lepšiu pozíciu a zachytili viac svetla (rýchlo tvoria kvety a semená). Slnečné svetlo má pomer R: FR 1,2 a svetlo pod korunou listov má pomer R: FR bližšie k 0,1. Čím je pomer R: FR nižší, tým je vyšší podiel Pfr celkových fytochrómov, teda tým silnejšia je odpoveď rastliny na zamedzenie tienenia. R: FR fotónové pomery možno vypočítať podľa definície Sellaro a kol. (2010); $R: FR = (650-670 \text{ nm}) / (720 - 740 \text{ nm})$.

B: G a CRY efektívne energetické žiarenie

Pomer modrého a zeleného svetelného spektra určuje účinnosť reakcie na modré svetlo. Pomer B: G je tiež spájaný s odozvou na vyhnutie sa tieňu (predĺženie stonky a listov). Ak je pomer B: G vysoký, rastliny

majú krátke internódy, stonky a listové stopky. Keď zvýšime časť zeleného spektra, reakcie na modré svetlo sa stávajú "miernejšími"; rastliny nie sú také kompaktné a mierne sa zvyšuje teplota listu kvôli čiastočnému stomatálnemu uzáveru. B: G fotónový pomer sa vypočíta podľa definície pre rôzne svetlé spektrá od Sellaro a kol. 2010; $B: G = (420-490 \text{ nm}) / (500 - 570 \text{ nm})$. Podobne sa dá počítať aj aktivita kryptochrómu (CRY2, modrý svetelný receptor), keď modré svetlo klesá a zelené svetlo sa zvyšuje, je hodnota menšia.

Pr:Ptot

Pomer medzi Pr a Ptot (fotoequilibrium). Pr: Ptot pomer informuje o pomere medzi: hlavne červené svetlo absorbujúcimi fytochrómami (Pr) na celkový počet fytochrómov (Ptot), merané z daného spektra (rovnaké ako Hodnota PSS). Pfr absorbuje nejaké červené svetlo, takže v červenom svetle existuje bilancia 85% Pfr a 15% Pr. Pr absorbuje veľmi málo ďaleko-červeného svetla, takže v ďalekom červenom svetle je zostatok 97% Pr a až 3% Pfr.

CCT (Kelvin)

Hodnota CCT (Kelvin) sa používa na popis farby svetelného spektra. Vo všeobecnosti sa hodnota používa iba na opis rôznych farebných schém bieleho svetla, t.j. na línii z červeno-oranžovej cez žltú a viac či menej bielu až modrastu bielu. Farby teploty nad 5000K sa nazývajú chladné farby (modro-biela), zatiaľ čo nižšie teploty farieb (2700-3000 K) sa nazývajú teplé farby (žltkastá biela až červená). Napríklad Valoya ARCH má hodnotu CCT 3700, NS2 4900 a HPS 2100.

CRI

Index vykresľovania farieb (CRI) je kvantitatívne meranie schopnosti svetelného zdroja odhaliť farby rôznych objektov v porovnaní s ideálnym svetlom alebo svetlom z prírodného zdroja. CRI je možné použiť na odhad toho, ako pohodlné (príjemné) je dané svetlo pre ľudské oko, hodnoty menej ako 50 sú považované za ťažké pracovné podmienky pre dlhé časové obdobie. Hodnota CRI pre tradičné červené-modré LED diódy sú nulové! Hodnoty CRI pre Valoya spektrá sa pohybujú od 60 do 90, čím sa zabezpečí komfort pracovného prostredia.

Rastlinné pigmenty a fotoreceptory

Absorpčné a akčné spektrá

Absorpčné spektrá sa merajú spektrofotometrom. Akčné spektrá sa merajú vnesením reakcie na svetlo ako funkcie vlnovej dĺžky.

Pigmenty a fenoly

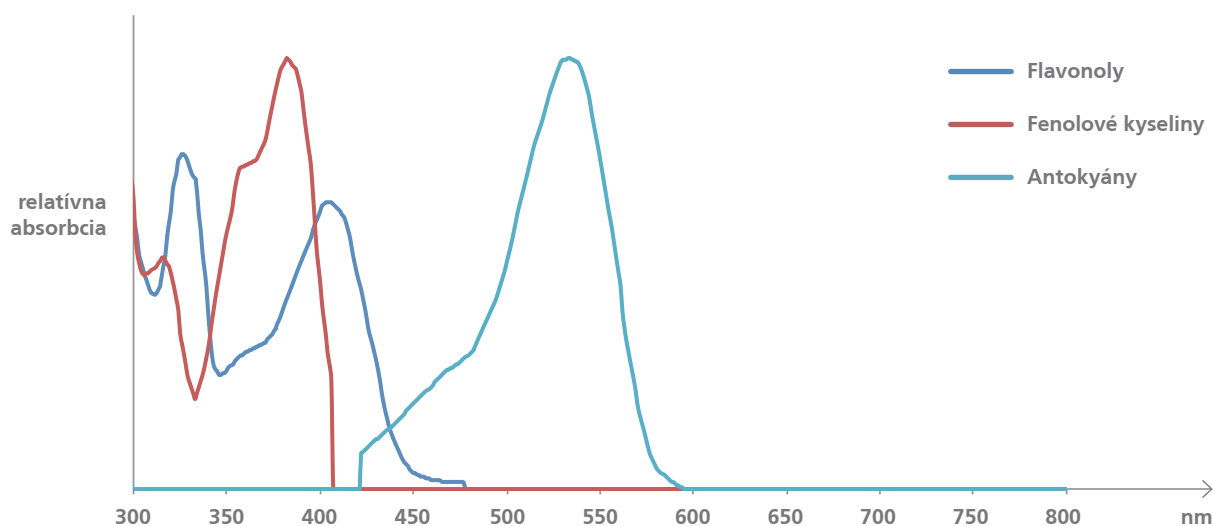
Chlorofyly (a a b sa nachádzajú vo vyšších rastlinách) sú zelenkavé pigmenty, ktoré zachytávajú energiu svetla. Ďalšie pigmenty súvisiace so strojmi na zber rastlín, sú často označované ako pomocné pigmenty (napríklad karotenoidy, xantofyly), hrajú dôležitú úlohu vo fotosyntéze keďže zväčšujú rozsah vlnových dĺžok použiteľných pre fotosyntetické stroje.

Rastliny produkujú veľké množstvo zlúčenín klasifikovaných ako fenoly. Majú viacero úloh, ktoré slúžia napríklad na obranu proti byľinožravcom, na

prilákanie opelovačov, či pôsobiace ako "opaľovacie prípravky", ktoré chránia rastlinné bunky tým, že absorbujú svetlo s kratšou vlnovou dĺžkou (UV a modré), čím chránia tkanivá pred vysokým svetelným stresom (fotoinhibícia). Niektoré fenolické zlúčeniny ovplyvňujú aj chuť. Flavonoidy sú jedny z najväčšej skupiny fenolov; antokyány sú zodpovedné za väčšinu farieb pozorovaných v kvetoch a plodoch a spolu s flavónami a flavonolmi chránia bunky pred nadmerným žiarením.

Fotoreceptory

Rastliny majú schopnosť vnímať malé zmeny v spektre, intenzite a smere svetla. Fotoreceptory vnímajú tieto svetelné signály a umožňujú rastline primeraným spôsobom reagovať a upraviť svoj vývoj. Boli identifikované tri hlavné skupiny fotoreceptorov: kryptochromy, fototropíny a fytochrómy. Okrem toho UVR8 fotoreceptor, ktorý sa podieľa na vnímaní UV-B žiarenia.



Vyššie uvedený graf vykresluje relatívnu absorbciu flavonolov, fenolových kyselín a antokyánov, a slúži ako príklad veľkej a rôznorodej skupiny tzv. sekundárnych metabolitov.

Graf na druhej strane hore vykresluje relatívnu absorbciu pigmentov zapojených do fotosyntézy a spodný graf relatívnu absorbciu troch hlavných skupín fotoreceptorov.

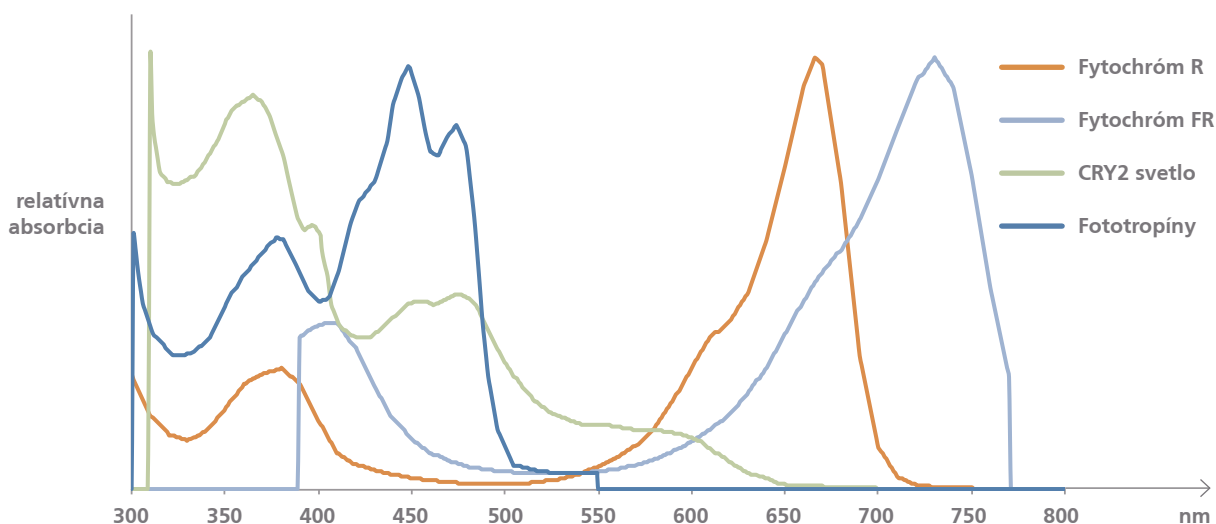
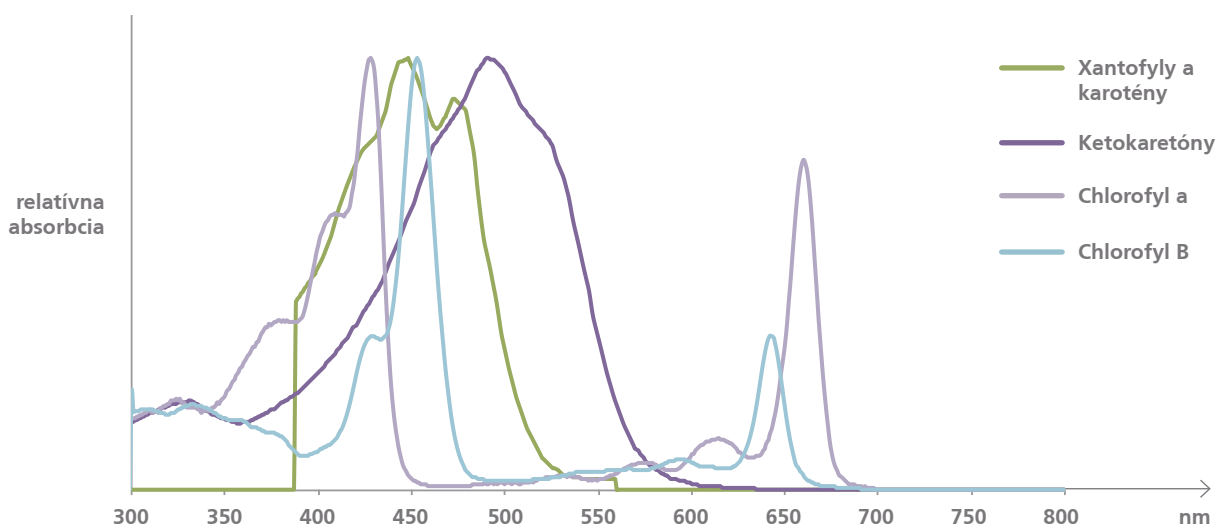
Krytochromy absorbujú UV-A, modré a zelené vlnové dĺžky a sú zapojené do fotomorfogenetickej odozvy. Krytochrómami sprostredkované odpovede sú napríklad predĺženie buniek, inhibícia predĺženia stonky a fotoperiodické kvitnutie. Krytochromy fungujú spoločne s fytochrómami a absorbujú červené a ďaleko červené spektrá.

Zelené svetlo môže vybudieť fytochromy, krytochromy a fototropíny. Zelené svetlo sa tiež efektívne prenáša a podporuje fotosyntézu v hlbších vrstvách listu a zvyšuje rast.

Zelené svetlo tiež môže zvrátiť niektoré reakcie vyvolané modrým svetlom.

Rozmanitosť rôznych fytochrómových odpovedí je rozsiahla. Fytochróm absorbuje červenú, modrú farbu a UV vlnové pásma spektra.

Fytochromy ovplyvňujú predĺženie stonky, rozšírenie listov a menia štruktúru rastlín v reakcii na zahustenie, t.j. odstránenie tieňa, čo zahŕňa vnímanie a reakciu rastlín na zmeny v pomere červenej k ďaleko červenej farbe. Fytochromy tiež prispievajú ku kvitnutiu.



Použitie svetla na dosiahnutie cieľov pestovateľov

Fotosyntéza

Fotosyntéza je o vytváraní chemickej energie (asimiláty / cukry) z energie, ktorú poskytuje svetlo. Všetky vlnové dĺžky medzi 400 a 700 nm prispievajú k fotosyntéze a navyše vlnové dĺžky prenášajú informácie, ktoré ovplyvňujú rast, chemické zloženie a morfológiu rastliny. Avšak, fotóny na dlhšie vlnové dĺžky (ďaleko-červené) tiež prispievajú k fotosyntéze. Tento tzv. Emersonov účinok bol preukázaný v 50. rokoch minulého storočia. Efekt na fotosyntézu je väčší, keď je červené aj ďaleko červené svetlo dávkané naraz ako keby bolo dávkané individuálne. To poskytlo dôkaz o tom, že v rastlinách sú dva fotochemické systémy pracujúce v tandeme s trochu odlišnou optikou vlnovej dĺžky. Toto je známe ako fotosystém I a fotosystém II. Použitie aktuálnych limitov PAR môže viesť k podhodnoteniu fotosyntetického uhlíkového zisku.

Fotochemické merania kvantovej účinnosti merajú podiel absorbovaných fotónov, ktorými sa zaoberá fotochémiá. Energetická účinnosť je ďalšia vec, pretože len asi štvrtina energie v každom fotóne je uložená a zvyšok je premenený na teplo. Rastliny

typicky konvertujú iba 4% - 6% dostupnej energie v žiarení do biomasy. Reakciou rastlín na zvýšený CO₂ ako analógiu na zvýšenie fotosyntézy, možno odhadnúť, čo by sa dalo získať prostredníctvom vylepšenej fotosyntézy prostredníctvom šľachtenia rastlín alebo genetickej manipulácie.

Počas jedného dňa sa dajú priemerné fotosyntetické zlepšenia pri zvýšenom CO₂ odhadnúť na asi 30%.

Avšak v štúdiách súvisiacich so zvýšenou hladinou CO₂, bolo zistené, že zvýšenie o 30% vo fotosyntéze zvyšuje relatívny rast rastliny rýchlosťou len asi o 10%.

Zvýšenou fotosyntézou sa nezvyšuje relatívna rýchlosť rastu rovnakou rýchlosťou. Lepšia dostupnosť sacharidov môže prekročiť množstvo, ktoré je rastlina schopná využiť. Je to spôsobené živinami alebo vnútornými obmedzeniami rastu.

Zameranie sa na fotosyntézu môže priniesť nespoľahlivé informácie o výkonnosti frekvenčného spektra keďže merania poskytujú výsledky za krátky čas, len za obdobie trvajúce niekoľko minút.

Morfológia a indukcia kvitnutia rastlín begónie bola manipulovaná kvalitou svetla. Všetky rastliny sa pestovali pri rovnakej intenzite svetla (PAR 125 $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$) pri podmienkach slabého prirodzeného svetla.



Riadenie rastu rastlín

Dobrý rast rastlín je niečo viac ako len fotosyntéza. Pre rastliny sú dôležité informácie v oblastiach PAR aj mimo PAR, v oblastiach UV-B a UV-A (280- 400 nm) a tiež v ďaleko červenej oblasti nad 700 nm a v ich kombináciách, napr. pomer modrej k zelenej a zelenej najmä k červenej až ďaleko červenej. Tieto oblasti a jednotlivé pomery poskytujú rastlinám informácie o ich prostredí, napr. zmeny červenej až ďalekej červenej dávky spektra umožňujú rastline rozpoznať susedné rastliny a spustiť rôzne procesy napr. predĺženie stonky, čo jej umožní maximálne zachytávanie svetla. Preto je presnejšie skúmať fotobiologicky aktívne žiarenie 800 nm.

Treba myslieť na to, čo kvalita svetla rastline poskytuje a na to, čo rastlina bude s poskytnutými prostriedkami robiť: vplývať na list, kvet, korene alebo obsiahnuté chemické zlúčeniny či správnu kombináciu všetkého?

Na dosiahnutie stanoveného cieľa je potrebné určiť správne spektrum. Väčšina pultových výrobcov pestovateľských LED svetiel (Led grow lámp) používa červené a modré spektrá, a ďaleko červené a biele spektrá. Tvrdia, že červené a modré kombinácie sú dobré pre rast rastlín, jednoducho preto, že sa náhodou zhodujú v dvoch oblastiach absorpčnej krivky chlorofylu. Nezmieňujú sa ale o tom, že existujú iné pigmenty než chlorofyl, ktoré absorbujú žiarenie. Bez testovania alebo výskumu sa tieto LED diódy predávajú ako pestovateľské lampy a následne sú zákazníci ponechaní na zisťovanie dôvodov prečo ich rastliny nerastú alebo nekvitnú podľa ich očakávaní.

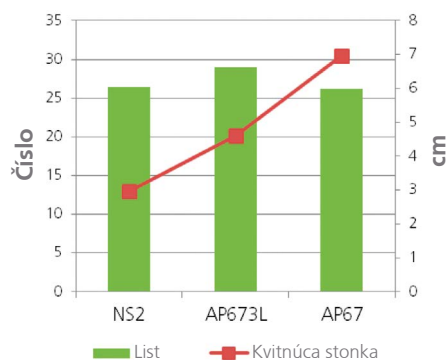
Ovládanie kvality svetla a vedomosti o tom, ktoré časti spektra a ktoré kombinácie spektier sú zapojené do rôznych procesov, umožňujú kontrolu pestovania rastlín s požadovanými charakteristikami, to znamená klíčenie, kvitnutie, rast atď. Jednotlivé vrcholy určitých svetelných spektier neposkytujú rastlinám optimálny

spôsob a zdroj energie a energia je plytvaná na čo najvyššie hodnoty mikromolov vo vrcholových oblastiach.

Definovanie dobrej rastliny

Výkonnosť svetla by nemala byť hodnotená iba z hľadiska elektrickej účinnosti, ale spolu s hodnotou, ktorú poskytuje pestovateľovi. Toto je len zriedka maximálna fotosyntéza, ale čas a náklady na získanie zariadenia, ktoré možno hodnotne používať či predať.

Definovanie dobrej rastliny nie je o rastline, ale o pestovateľovi a jeho podnikaní. Dobrá rastlina producenta šalátu je taká, ktorá tvorí v krátkom čase veľké množstvo biomasy, vyzerá a chutí dobre a má dlhú trvanlivosť. Pestovateľ šalátu nechce dosiahnuť kvitnutie, to by malo byť oneskorené alebo dokonca zablokované. Naopak pre šľachtiteľa je rýchle kvitnutie šalátu s vysokým počtom semien cenný aspekt, takže kvitnutie by malo byť podporené adekvátnym svetlom. Pre pestovateľa ruží je najlepšia rastlina, ktorá rýchlo vyrastie do predajného stavu, s veľkým kvetom a hustým habitusom a zdravým koreňom.



Nižšie uvedený graf znázorňuje prípad zeleného batavského šalátu. S rôznymi spektrami Valoya môžu byť rastliny smerované do kvetu (AP67), zvýšenia vegetatívneho rastu (AP673L) alebo oneskorenia kvitnutia (NS2).

Spektrá a výkonnosť

Spektrá navrhnuté na konkrétny účel

Na poskytnutie maximálnej hodnoty zákazníkovi spoločnosť Valoya vyvinula množstvo svetelných spektier, ktoré umožňujú pestovateľom dosiahnuť svoje ciele energeticky veľmi efektívnym spôsobom. Spektrá Valoya sú založené na rozsiahlom akademickom výskume, vlastných testoch a testoch zákazníkov a overené stovkami profesionálnych pestovateľov, chovateľov a výskumníkov.

Valoya uskutočnila stovky skúšok s rastlinami počas posledných 6 rokov, testovanie unikátnych svetelných spektier založené na vlastných širokopásmových diódach LED.

V dôsledku toho Valoya identifikovala niekoľko "svetelných aplikácií", v ktorých sú unikátne spektrá a príslušenstvo navrhnuté tak, aby šetrili energiu, ušetrili čas na pestovanie, zvýšili výnos a / alebo kvitnutie rastlín.

Na základe vlastných testov, testov nezávislých tretích strán, produktov Valoya a konkurenčných produktov môžeme tvrdiť, že Valoya ponúka špičkové spektrá ušité na mieru pre vynikajúce výsledky s maximalizáciou výnosov a iných cieľov v porovnaní s Led Grow svetlami s úzkou šírkou pásma červeno-modrých LED diód. Úzke pásma červených a modrých LED diód sa niekedy úspešne používajú na udržanie rastlín kompaktnými a na oneskorenie rastu rastlín. Valoya tiež ponúka niektoré špecializované

spektrá pre kompaktnosť.

Výkon

Umelé svetlo v poľnohospodárstve a záhradníctve umožňuje lepšiu rast pri dlhších fotoperiódach, keď je dĺžka prirodzeného svetla obmedzená, lepšia rast vďaka vyšším denným svetelným hodnotám (DLI), keď je žiarenie zo slnka nízke alebo keď nie je slnko k dispozícii. Umelé svetlo sa tiež používa na kontrolu alebo zabránenie kvitnutiu v dlhých / krátkych dňoch.

Tradičné svetelné technológie, ako napríklad svetlá s vysokým tlakom sodíka, halogenidu kovu alebo fluorescencie, boli základné a jednoduché a ponúkali iba obmedzené variácie svetelných spektier.

Technológia LED dnes ponúka nové možnosti so zmenami spektier energeticky efektívnym spôsobom. LED diódy nielen šetria energiu, ale umožňujú aj použitie umelého svetla veľmi všestranným spôsobom. Podľa zmeny spektra svetla môžu rastliny dostať informácie o svojom životnom prostredí, ktoré potom rastliny používajú pre rôzne stratégie, ako používať energiu generovanú fotosyntézou.

Tradične umelý svetelný výkon bol meraný z pohľadu toho, koľko žiarenia ($\mu\text{mol} / \text{s}$) svetelný zdroj poskytuje v oblasti fotosynteticky aktívneho žiarenia (PAR) 400-700 nm. Účinnosť bola meraná tak, že sa meralo koľko μmol mohol svetelný zdroj vytvoriť na jeden watt vynaloženej energie.



LED technológia umožňuje nové pestovateľské metódy; smrekové sadenice sa pestujú pod špeciálnym spektrom vo viacerých vrstvách bez prirodzeného svetla.

Generické, pultové, úzko spektrálne, červeno-modré LED diódy sú široko dostupné za rôzne ceny, v závislosti od množstva, kvality a výkonu. Najčastejšie sa používajú modré (450-470 nm), červené (660 nm), studené biele a niekedy ďaleko-červené (far-red) (730 nm). Lahko sa vyrábajú a boli pôvodne určené na generické aplikácie a nie na špecifické použitie v záhradníctve - rovnako ako vysokotlakové sodíkové žiarovky, ktoré boli pôvodne navrhnuté pre pouličné osvetlenie a nie skleníky, v ktorých skončili.

S LED diódami je veľmi ľahké vyrobiť čisto červené farebné (660 nm) spektrum (kde je všetko svetlo v rámci PAR oblasti) a produkujúce vysoké úrovne $\mu\text{mol}/\text{W}$ s vysokou elektrickou účinnosťou. Pokiaľ však ide o rast rastlín, existuje len veľmi málo aplikácií, pri ktorých čisté červené (alebo čisto modré) svetelné spektrum prináša dobré výsledky pre rast rastlín. Preto je nevyhnutné rozvíjať vhodnú technológiu merania, ktorá zahŕňa meranie výkonnosti pestovateľského svetla.

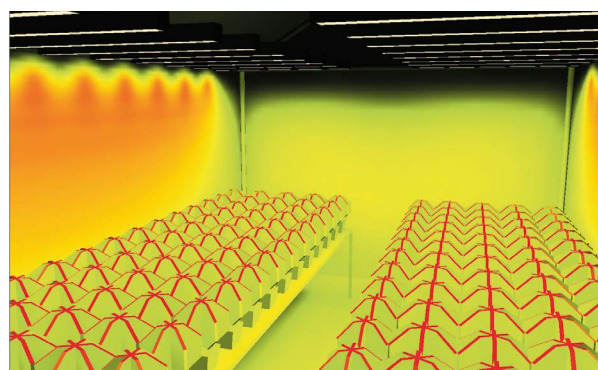
Z LED čipu sa vytvárajú LED diódy Valoya na profesionálne účely pestovania rastlín. Táto špecializácia spolu s vysoko kvalitnými materiálmi a použitými komponentami, je jedným z faktorov, ktorý má vplyv na náklady, t.j. všeobecné rastové svetlá používajú hlavne lacné generické LED diódy a preto majú pri prvom pohľade cenovú výhodu, ale len pri vstupe.

Čo je dôležité, je cena LED GROW svetla vo vzťahu k výsledkom rastu a to si vyžaduje vziať do pozornosti viac faktorov ako len cenu / watt.

Dobrá LED dióda by mala mať správne svetelné

spektrum a efektívne LED diódy. Účinnosť systému LED diódy sa meria na základe toho, koľko svetla poskytuje na watt elektrickej energie vstupu. Pre záhradnícke účely je to $\mu\text{mol} / \text{watt}$, ale stále nehovorí nič o kvalite svetla, ktorá podporí požadované rastové charakteristiky.

Okrem toho je rozhodujúce zabezpečenie rovnomerného svetla. Podrobné simulácie osvetlenia poskytujú informácie o tom, koľko svietidiel je potrebných pre určitú oblasť a ako by mali byť rozmiestnené aby sa zabezpečilo optimálne a rovnomerné osvetlenie. Nasledujúce obrázky ukazujú časť a plán osvetlenia pre miestnosť s dvomi stolmi.



Príklad výstupov z plánova a osvetlenia

Chladenie, kvalita a bezpečnosť

Technológia tepla a chladenia

Vysokokvalitná LED dióda vydáva 30-40% energie ako svetlo a 60-70% ako teplo. Zariadenie s nedostatočným chladením vydá viac ako 70 % energie ako teplo, ktoré prispieva k nákladom na chladenie rastového prostredia.

Aby LED diódy zostali dostatočne chladné pre udržanie účinnosti (vysoké $\mu\text{mol} / \text{W}$) vyžadujú konštantné a dostatočné chladenie. Ak sú LED diódy prevádzkované na príliš vysokej teplote bude to mať za následok nižšiu účinnosť a spôsobí to ich rýchlejšie "vyhorenie".

Chladenie môže byť aktívne, môže používať ventilátory alebo vodu alebo pasívne, s použitím chladiča (často zdvojnásobením krytu zostavy, ako v prípade Valoya).

Aktívne chladenie umožní, aby sa LED diódy spustili pri vyššom prúde / výkone, čím sa znižujú náklady tým, že sa použije menej LED svetiel. Nevýhodou je riziko zlyhania chladiaceho systému. Bez pravidelnej údržby, sa môže ventilátor časom narušiť. Zanedbávanie pravidelného odstraňovania prachu a nečistôt z chladiaceho ventilátora môže viesť k prehriatiu a predčasnému zlyhaniu LED diódy. Vysoká ochrana proti vlhkosti sťažuje zavedenie technológie chladenia vodou na trh.

Krátke prestávky v chladení, poddimenzovanie chladiacej kapacity, zanedbávanie alebo jednoducho nesprávna technológia zvyšujú riziko predčasného zlyhania. Avšak, ak je systém správne navrhnutý a udržiavaný, chladiace riešenia môžu poskytnúť dlhodobé využitie a úspory nákladov.

Kvalita a bezpečnosť

Jedným z dôležitých faktorov je, že LED výrobca má všetky príslušné certifikácie, ako napríklad CE certifikáty (a testy alebo certifikáty, ktoré ho dokazujú), UL alebo cETLus, aby dokázali, že sú v súlade bezpečnostnými predpismi. Záruky a výsledky testov rozpadu sú tiež dôležitým dôkazom kvality a bezpečnosti výrobkov.

Záruka spoločnosti Valoya je minimálne tri roky a životnosť je viac ako 35 000 hodín (pri zachovaní 90% počiatočného svetelného výkonu). Na základe dlhodobých skúseností je naša predpoveď životnosti až 64 000 hodín pri zachovaní 90% intenzity svetla.

IP hodnotenie, vlhkosti a ochrany proti prachu sú faktory, ktoré je potrebné zvážiť. Svetlá Valoya majú vysoký IP rating, ktorý je umožnený pasívnym chladením. Výrobky s nižším IP ratingom (Nižšie hodnotenie odolnosti voči vlhkosti) sú samozrejme jednoduchšie a lacnejšie čo však môže obmedziť ich používanie či životnosť.

Bezpečnosť pracovného priestoru, najmä pokiaľ ide o bezpečnosť očí, musí byť overené štandardizovanými protokolmi. Farebný renderovací index (CRI) sa môže použiť na odhad toho, ako príjemné je svetlo pre ľudské oči, hodnoty menšie ako 50 sú považované za ťažké pracovné podmienky pre dlhé časové obdobie. Hodnoty CRI pre HPS sú 20-40, v závislosti od typu svietidla. Hodnota CRI pre tradičné červené modré LED diódy sú nulové! Hodnoty CRI pre Valoya spektra sa pohybujú od 60 do 90, čím sa zabezpečí komfort pracovného prostredia.

Referencie a ďalšie informácie

Ďalšie informácie nájdete na:

Valoya - Professional Grow Lights. Product Brochure (<http://www.valoya.com/brochures>)

Valoya - Vertical Farming. Solution Guide (<http://www.valoya.com/brochures>)

Valoya - Light for Plant Breeding. Solution Guide (<http://www.valoya.com/brochures>)

Valoya - Light for Tissue Culture. Solution Guide (<http://www.valoya.com/brochures>)

Referencie:

ASTM G173-03 Reference Spectra. Derived from SMARTS v. 2.9.2 AM1.5 Terrestrial solar spectrum Air mass 1.5 (AM1.5) (solar zenith angle 48.19 s) from <http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5/>

ISO (2007) Space environment (natural and artificial) - Process for determining solar irradiances. ISO Standard 21348. ISO, Geneva.

ISO/CIE 17166:1999, Erythema reference action spectrum and standard erythema dose.

Sellaro, R., Crepy, M., Trupkin, S. A., Karayekov, E., Buchovsky, A. S., Rossi, C., & Casal, J. J. (2010). Cryptochrome as a sensor of the blue/green ratio of natural radiation in Arabidopsis. *Plant physiology*, 154(1), 401-409. doi:10.1104/pp.110.160820

Smith, H. (1982). Light quality, photoperception, and plant strategy. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33:481-518

World Health Organization (WHO) (2002). *Global Solar UV Index: A practical Guide.*

Poznámky:

Sídlo firmy

Melkonkatu 26,
00210 Helsinki,
Finland

T +358 10 2350 300

E sales@valoya.com

W www.valoya.com

Distribútor:

www.valoya.com/contact

Distribútor pre SR:
PRESTO, spol. s r.o.,
Dlhé diely I/17A,
841 05 Bratislava