

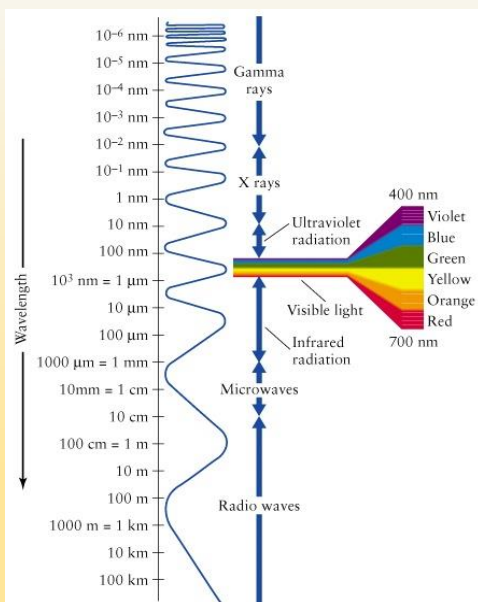


Lisavalgustus katmikalal

Terminoloogia erinevad parameetrid valgustuse valikul

Priit Põldma, Eesti Maaülikool

Päikeselt saabuv kiirgus

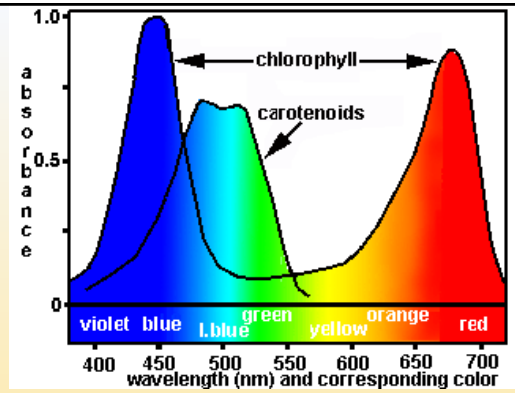
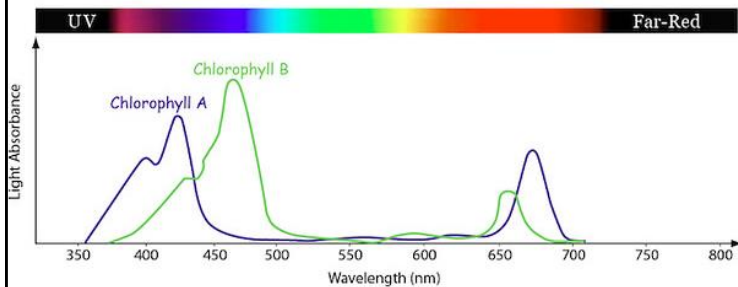


Värvus	Lainepikkus (nm)
Punane	625 - 740
Oranž	590 - 625
Kollane	565 - 590
Roheline	520 - 565
Tsüaansinine	500 - 520
Sinine	435 - 500
Violetne	380 - 435

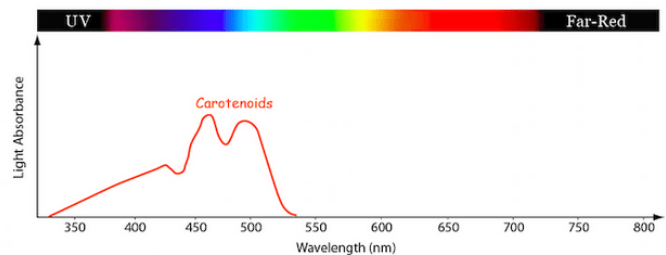
Nähtava valguse spekter 380 - 740 nm

Fotosünteetiliselt aktiivne kiirgus FAR 400 - 700 nm (380-710nm)

- Valgustundlikud pigmendid taimedes



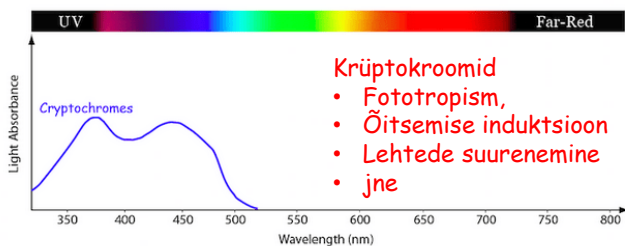
- Klorofüll A ja B, → peamised fotosünteesi käivitavad pigmendid taimedes
- Karotenoidid → roll fotosünteesis



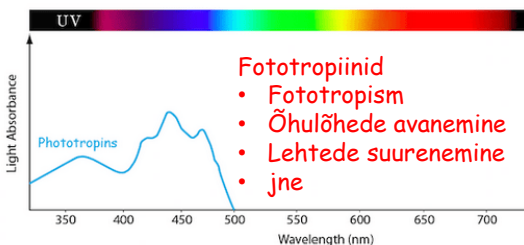
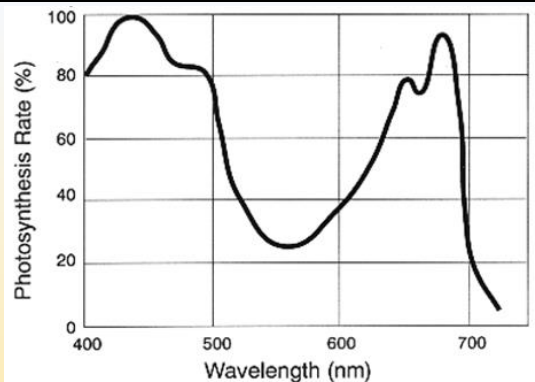
<https://www.ledgrowlightshq.co.uk/>

Fotosünteetiliselt aktiivne kiirgus FAR 400 - 700 nm (380-710nm)

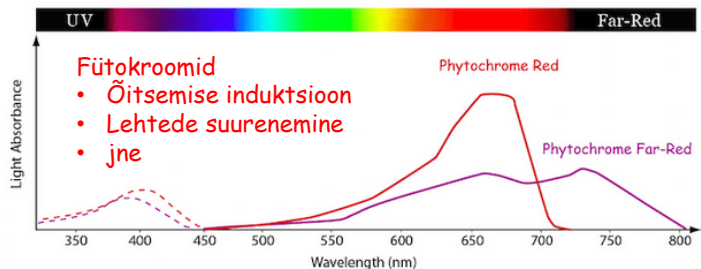
- Valgustundlikud pigmendid taimedes



- Krüptokroomid**
- Fototropism,
 - Öitsemise induksioon
 - Lehtede suurenemine
 - jne

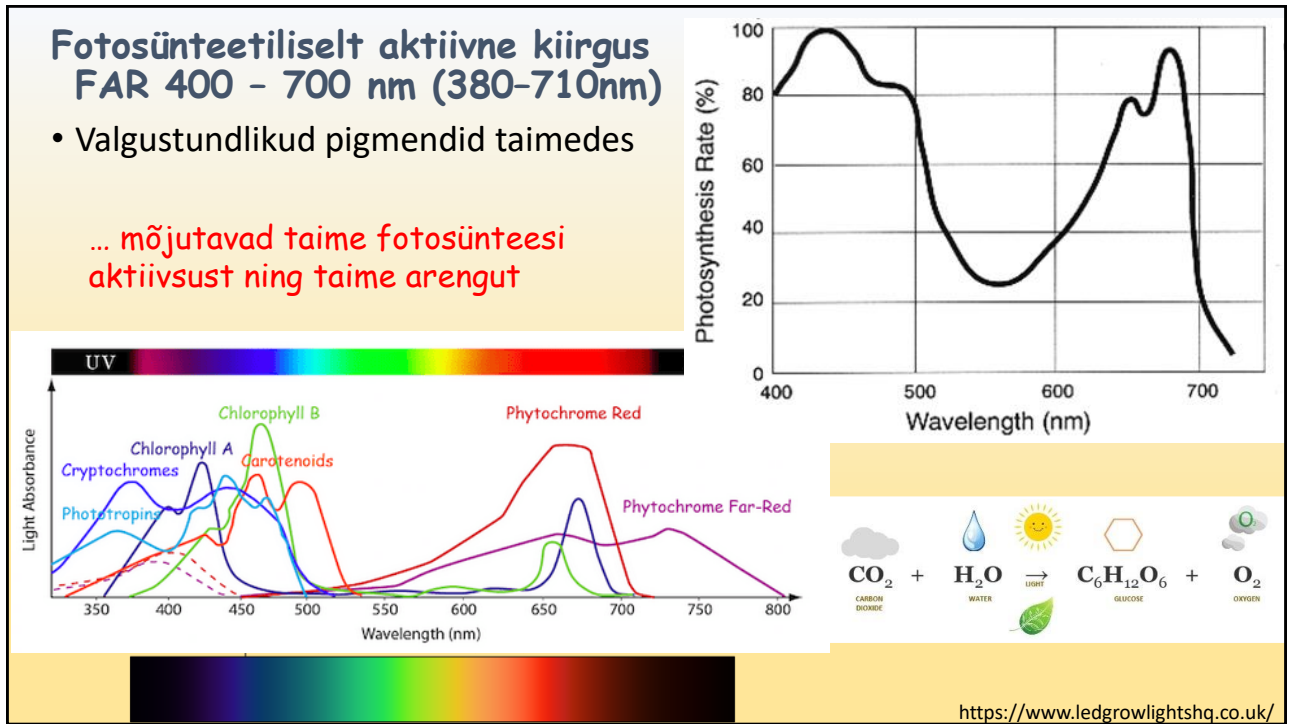


- Fototropiinid**
- Fototropism
 - Õhulõhede avanemine
 - Lehtede suurenemine
 - jne



- Fütokroomid**
- Öitsemise induksioon
 - Lehtede suurenemine
 - jne

<https://www.ledgrowlightshq.co.uk/>



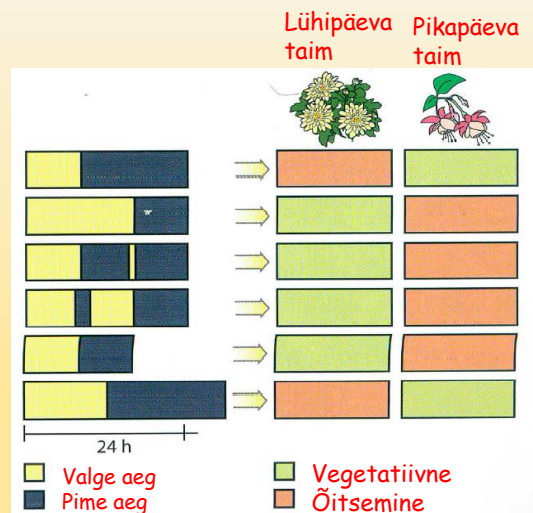
Ultraviolet kiirgus

- + ja - efektid
- Stimuleerib fotosünteesi 8 -10%
- Taimelhed suuremad ja suurem biomass
- Sõlmevahed lühemad ja lehed paksemad
- Aitab akumulereida teatavaid fenoolseid ühendeid (üldfenoolid, antotsüaanid, α-tokoferool, jm)
- *Kasvuhoones on üldiselt vähene mõju, sest katted ei lase UV-d läbi*

	Lühend	Lainepikkus (nm)	Märkused
Ultraviolet A	UV-A	315–400	Long-wave, black light , soft UV
Ultraviolet B	UV-B	280–315	Medium-wave, intermediate UV
Ultraviolet C	UV-C	100–280	Short-wave, germicidal , hard UV

Päeva pikkus e. fotoperiodism

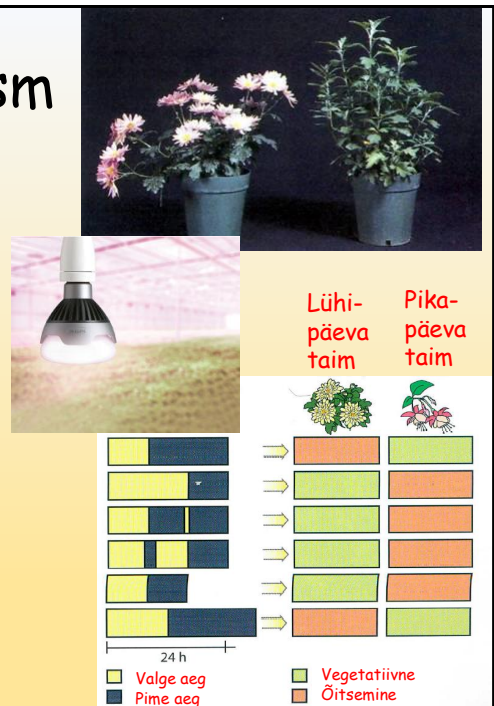
- Fotoperiodism on oluline ainult kuni õitsemise alguseni, peale õite moodustumist ei ole päeva pikkus enam oluline.
- Pikapäevataimed: Vajavad õitsema minekuks päevapikkust > 12 h, alla 12 h kasvatavad ainult lehti.
- Lühipäevataimed: Vajavad õitsema minekuks päevapikkust < 12 h
- Fotoperioodilisusele neutraalsed → ei reageeri päeva pikkusele



Päeva pikkus e. fotoperiodism

Lühipäevataimed:

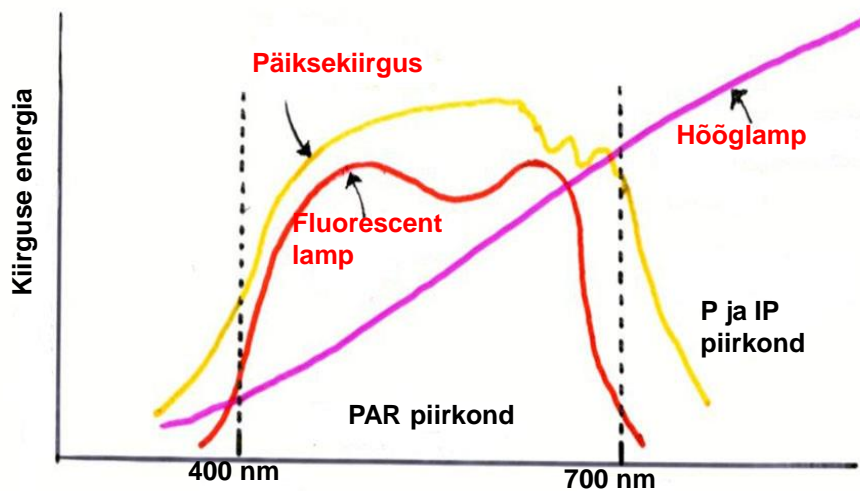
- Suvel tuleb õitsema minekuks lühendada päevapikkust pimenduskardinatega
- Talvel võib osutada vajalikuks päeva pikendada → et taim ei läheks liiga kiiresti õitsema → 1-2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Tsükliline valgustamine vähemalt 5 min /30 min jooksul
- LED lamp (sisaldab Red ja Far-Red)



Pimenduskiirgusega päeva lühendamine



Erinevate valgustite spekter

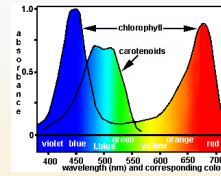
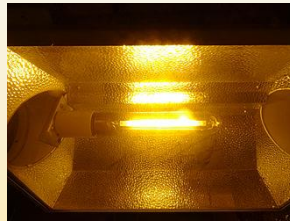


Erinevate valgustite spekter

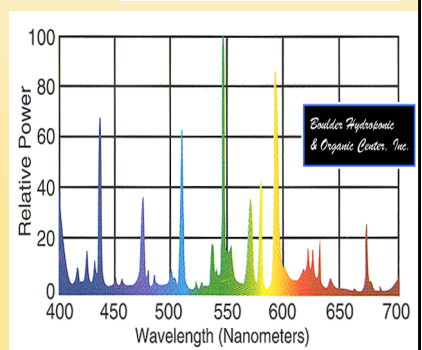
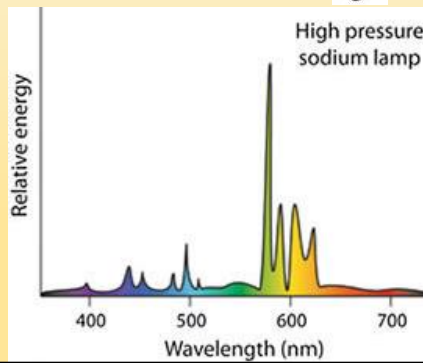
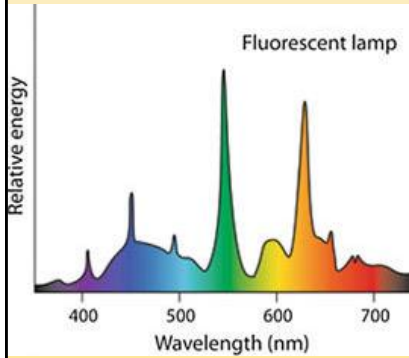
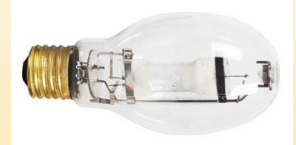
Päevavalguslamp



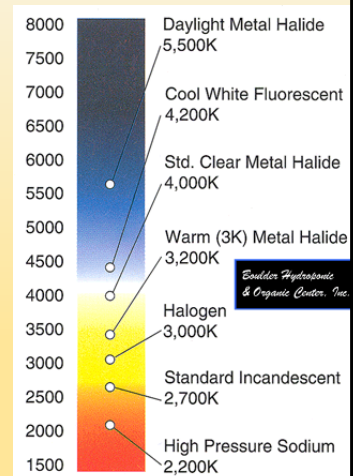
HPS Lighting



Metall-halogeniid



Na lamp on kollaka tooniga



Valguse mõõtmine

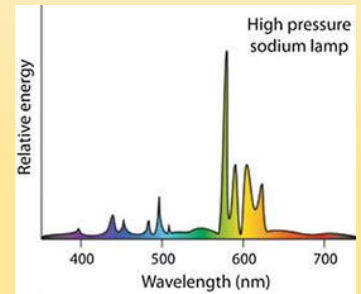
Valguse kvaliteedi mõõtmiseks on vaja spektraalse koostise mõõtmine



Spektroradiomeeter



Compact spectroradiometer CSS-45 with CSS-D



Valguse mõõtmine

Luumen (ladina k lumen, 'valgus') on **valgusvoo** mõõtühik SI-süsteemis; ühiku tähis on **lm**

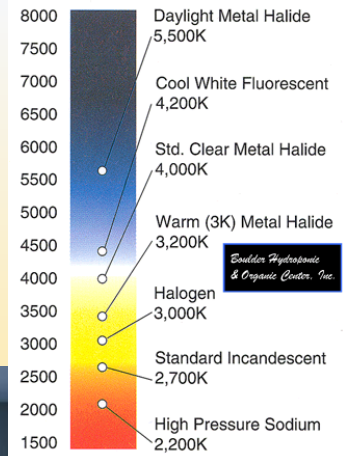
- Ühik annab informatsiooni, kui palju valgust valgusallikast väljub ja meie silmani jõuab.
- Mida kõrgem number seda rohkem valgust eraldub ning seda eredam on lamp.
- Erinevatel valguskehadel on erinev valgusviljakus (luumenid / W).

LAMP		EREDUS	45 luumenit	100 luumenit	450 luumenit	800 luumenit	1100 luumenit	2600 luumenit
	LED		0,8W	1W	6W	9W	13W	24W
	SÄÄSTULAMP			vähelevinud	8W	13W	18W	40W
	HÖÖGLAMP		7W	15W	40W	60W	75W	150W
	HALOGEENLAMP		5W	9W	29W	43W	53W	150W

<https://lambiketid.ee/>

Valguse mõõtmine → Kelvin

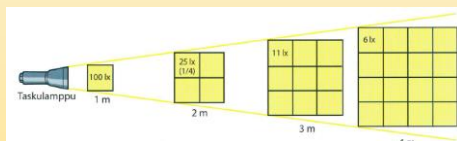
- Kelvin (K) on standardühik määramaks valguse värvustemperatuuri.
- Mida kõrgem number, seda külmem on värvustemperatuur ja mida madalam number, seda soojemat valgust eritatakse.



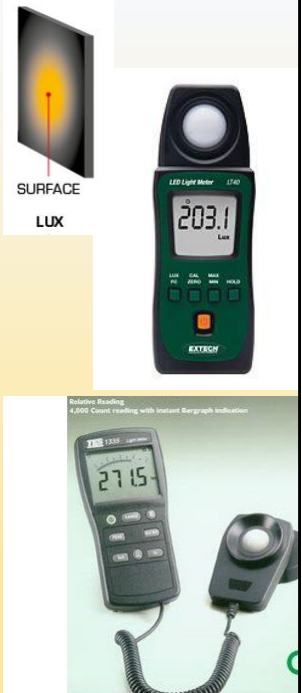
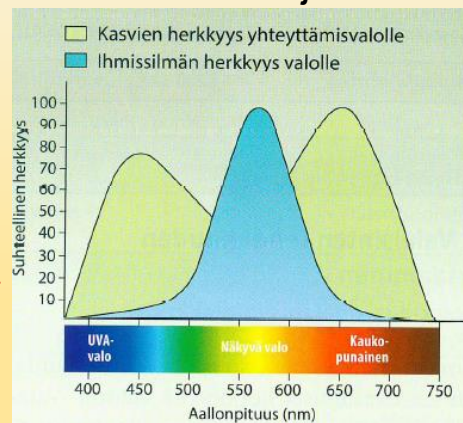
Valguse mõõtmine → Lux

Valgustatuse mõõtja → luxmeeter ($lx = lm/m^2$)

- Mõõdab palju langev valgus pinda valgustab ja annab märku valguse intensiivsuse tajumisest inimese silma poolt.



Lux-meeter ei sobi hästi taimede valgustatuse määramiseks



Valguse mõõtmine → PAR

Fotosünteeriliselt aktiivse kiirguse mõõtja → 400-700 nm vahemikus ($\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$)

- suvel keskpäeval $1500 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$
- Kasvuhoones $120 \text{ W}/\text{m}^2$ kohta HPS → ca $100 \mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$ (ja ca 10 000 lx)
- Mõõdab hetkelist valgusfootonite hulka mis langeb sensori pinnale

Plant	Min ($\mu\text{mol}/\text{s}\cdot\text{m}^2$)	Max ($\mu\text{mol}/\text{s}\cdot\text{m}^2$)	Optimum ($\mu\text{mol}/\text{s}\cdot\text{m}^2$)
Tomat	170	350	270
Paprika	120	300	230
Kurk	120	350	230
Krüsanteem /lõikelill	105	220	140
Lõikeroos	170	350	220



Quantum Sensor

Valguse mõõtmine → DLI

Daily Light Integral (DLI) → Päevane valgusintegraal on päeva jooksul vastu võetud PAR kiirguse hulka ööpäevas ($\text{mol} / \text{m}^2 / \text{d}$)

- Spets seade või logger mõõdab iga 15 -60 sekundi tagant PAR ja arvutab ööpäevase summa
- Talvisel ajal $2-5 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{d}$ ja suvel $25-30 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{d}$
- Enamus kultuuride puhul soovituslikult vahemikus $6-18 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{d}$

Kinnistes ruumides lisavalgustuse all saab arvutada:

$$\text{DLI} = \text{PAR} * (\text{tundide arv}) * (3600 \text{ s hr}^{-1}) / 1,000,000 \mu\text{mol}$$



LightScout DLI 100 Meter



Valguse mõõtmine → CRI

Color Rendering Index → Värviedastuse indeks

- Indeksi väärtus on skaalal 0 - 100, kus CRI = 100 näitab täiesti täpset värviedastust, mis vastab eredale päevalgusele.
- Ei ole otseselt taime kasvutingimustega seotud
- Madalad väärtused võivad värve täielikult moonutada.

Valgusallika tüüp	CRI
Klassikaline pirn	100
Halogeenpirn	100
Luminofoor toru	80 - 98
Kompaktne luminofoorpirn	80 - 90
Halogeniidpirn	65 - 90
Kõrgrõhunaatriumpirn	24
LED	70 - 90



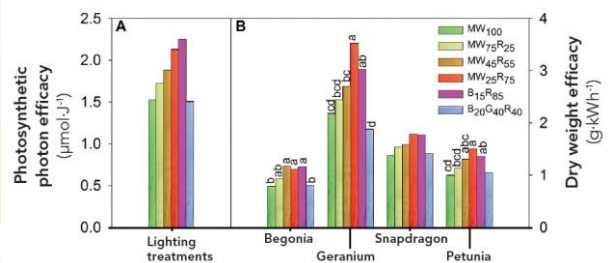
<https://www.lambimaailm.ee/>

Valguse mõõtmine → CRI

Color Rendering Index

- Ei ole otseselt taime kasvutingimustega seotud

Growing Ornamental Seedlings Under White LEDs



Lighting treatments MW₁₀₀ MW₇₅R₂₅ MW₄₅R₅₅ MW₂₅R₇

View inside each chamber



% B (400-500 nm)	14	11	6	4	15	20
% G (500-600 nm)	57	44	27	15	0	40
% R (600-700 nm)	26	43	65	80	85	40
% FR (700-800 nm)	3	2	2	1	0	0
CRI	64	77	72	48	-175	5

<https://www.greenhousegrower.com/technology/growing-ornamental-seedlings-under-white-leds/>

LED katmikaianduses



- Tarbib vähe energiat
- Ei küta ruumi
- Kestavad kauem (h 10000 +)
- Potentsiaalselt parem spektri kontroll



- Valguse intensiivsus madal
- Suure hulga puhul vaja jahutada
- Madalama temperatuuri kompenseerimise vajadus lisaküttega (?kas on energia kokkuhoidu?)
- Praegu veel liiga kallid (€/Watt)



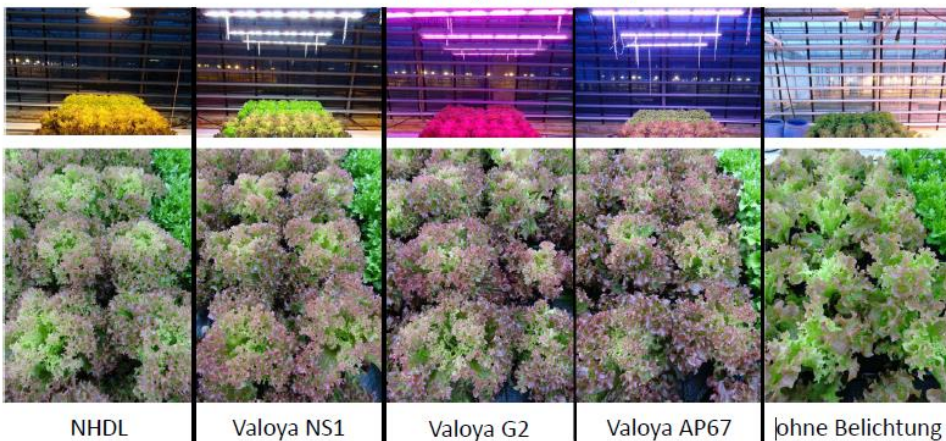
LED-Belichtung von Bunten Salaten

HOCHSCHULE
WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



LED-Belichtung von Bunten Salaten (2012/13)

Ausfärbung der Sorte ‚Anthony‘ unter verschiedenen Lichtspektren
am 22.01.2013 (Versuchsende)



NHDL

Valoya NS1

Valoya G2

Valoya AP67

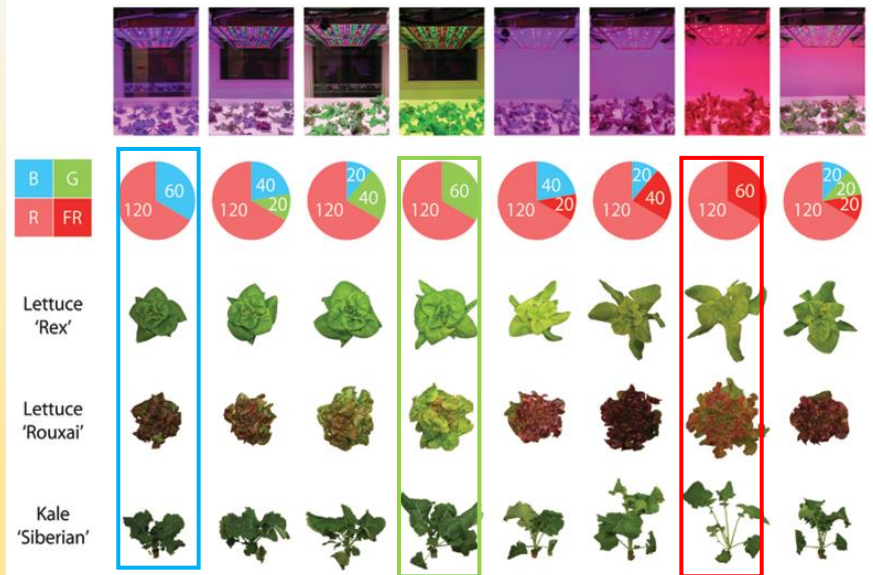
ohne Belichtung

Belichtung: 5:00 – 22:00 (ab 20 klx außen keine Belichtung) - $80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

Katse: Sinise valguse asendamine Rohelise ja Kaug-punasega

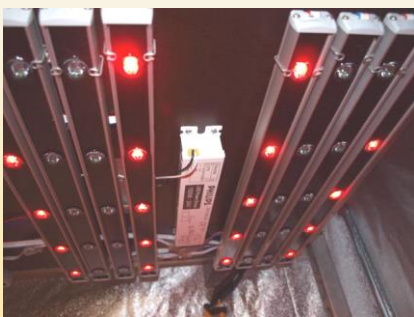
→ Ilma loomuliku valguse ta kasvatamisel

- Värske mass suurenes kõigil sortidel
- Lehtede värvus oli rohelise lisamisel kahvatu ja FR intensiivsem

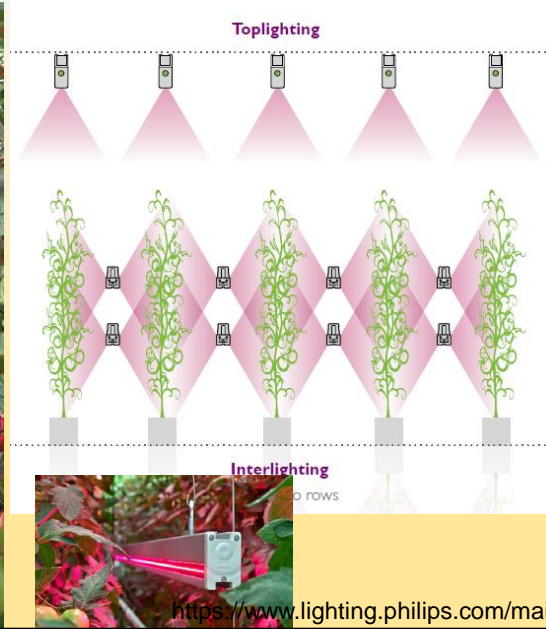


<https://www.producegrower.com/article/2019-lighting-guide-leafy-greens-leds-green-far-red-blue/>

Philips LED Solutions



Philips GreenPower LED Solutions



<https://www.lighting.philips.com/main/products/horticulture>



*2015: The latest LED trials with tomatoes at the GreenQ Improvement Centre have given rise to a yield of no less than **100 kg per m²**. This was achieved with the help of intensive light from Philips GreenPower toplighting and interlighting.*

Tomat: tugevakasvuline kobartomat 'Komeet'

104 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ of toplighting and two rows of interlighting – each delivering 53 $\text{mmol}/\text{m}^2.\text{s}$ – was installed, which together delivered a light intensity of 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$.



<http://www.lighting.philips.com/>

Vertical fixtures LED



Hollandis praegu katsetamisel: ca 1 m pikkused LED torud

<http://www.hortidaily.com/article/32175/Vertical-fixtures-shine-new-light-on-LED>