

Katmiktehnoloogiate infopäev



Lisavalgustuse võimalused ja vertikaalaiandus

06.12.2022

Päevakava:

10.00 – 11.00. Lisavalgustus katmikalal: terminoloogia, erinevad parameetrid valgustuse valikul. *Priit Põldma, Eesti Maaülikool*

11.00 – 11.30. Erinevad kasvuhoone valgustite tüübid (HPS, LED). *Roland Rool, Baltic Agro AS*

11.30 – 12.30 Vertikaalaianduse tehnilised lahendused. *Roland Rool, Baltic Agro AS*

12.30 – 13.30 Lõunapaus

13.30 – 14.00 Vertikaalaiandusse sobiv taimeliikide ja -sortide valik. *Marge Olo, Baltic Agro AS*

14.00 – 14.40 Vertikaalaianduse praktilised kogemused. *Marit Mäesaar, Pisirohe OÜ*

14.40 – 15.00 Arutelu, kohapeal tekkinud küsimused.

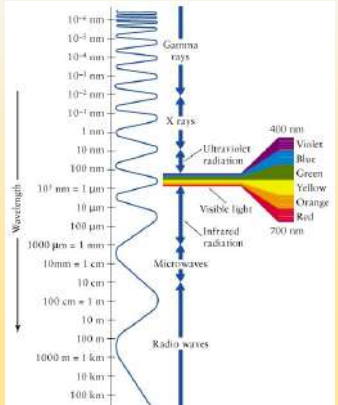


Lisavalgustus katmikalal

Terminoloogia erinevad parameetrid valgustuse valikul

Priit Põldma, Eesti Maaülikool

Päikeselt saabuv kiirgus

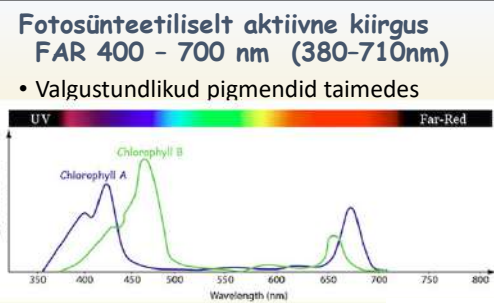
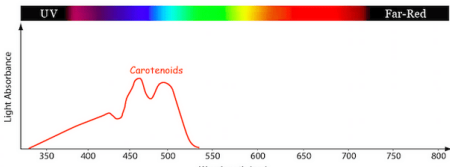


Värvus	Lainepikkus (nm)
Punane	625 - 740
Oranž	590 - 625
Kollane	565 - 590
Roheline	520 - 565
Tsüaansinine	500 - 520
Sinine	435 - 500
Violetne	380 - 435

Nähtava valguse spekter 380 - 740 nm

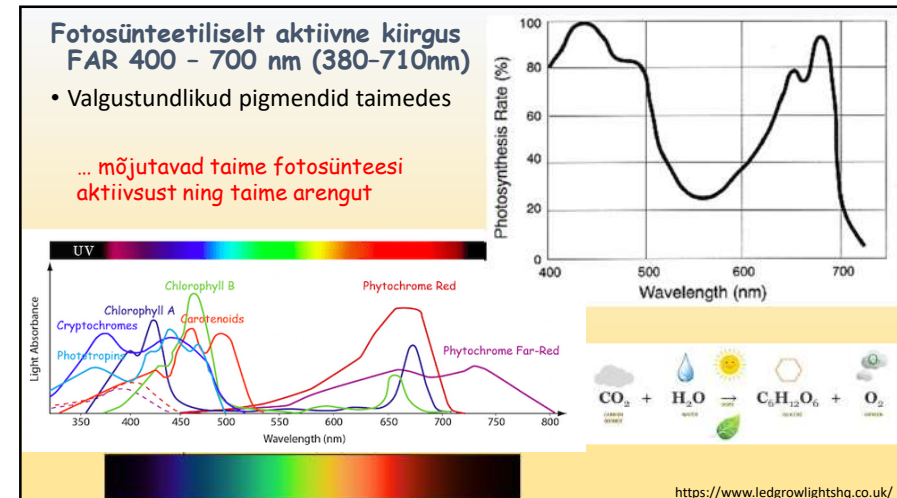
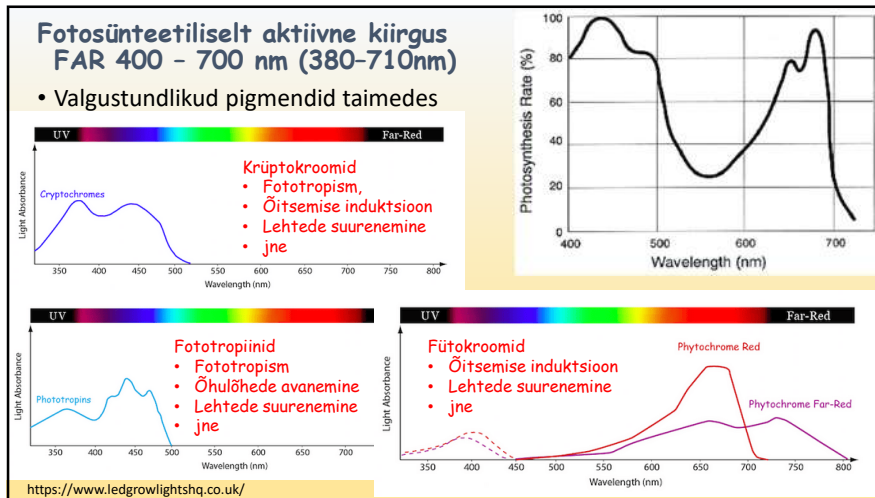
Fotosünteesiliselt aktiivne kiirgus FAR 400 - 700 nm (380-710nm)

- Valgustundlikud pigmendid taimedes

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

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



Ultraviolet kiirgus

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

MORPHOLOGY

- Leaf size
- Branching
- Stem diameter
- Changes in light harvesting competence

GROWTH

- Plant biomass accumulation
- Plant shoot biomass ratio
- Altered plant biomass allocation
- Changes in water and nutrient uptake

GENETIC ENVIRONMENTAL FACTORS

	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 õitsemise minekuks päevapikkust > 12 h, alla 12 h kasvatavad ainult lehti.
- Lühipäevataimed:** Vajavad õitsemise minekuks päevapikkust < 12 h
- Fotoperioodilisele neutraalsed → ei reageeri päeva pikkusele

Lühipäeva taim

Pikapäeva taim

24 h

Valge aeg
Pime aeg

Vegetatiivne
Õitsemise

Päeva pikkus e. fotoperiodism

Lühipäevataimed:

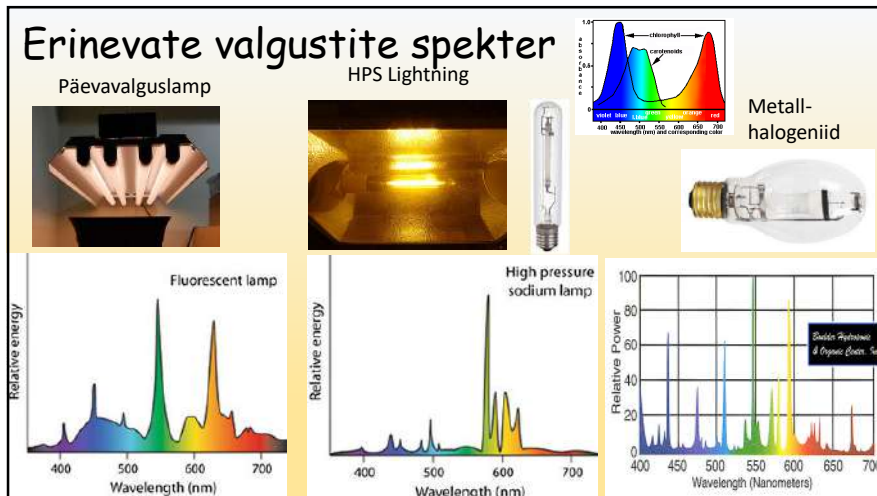
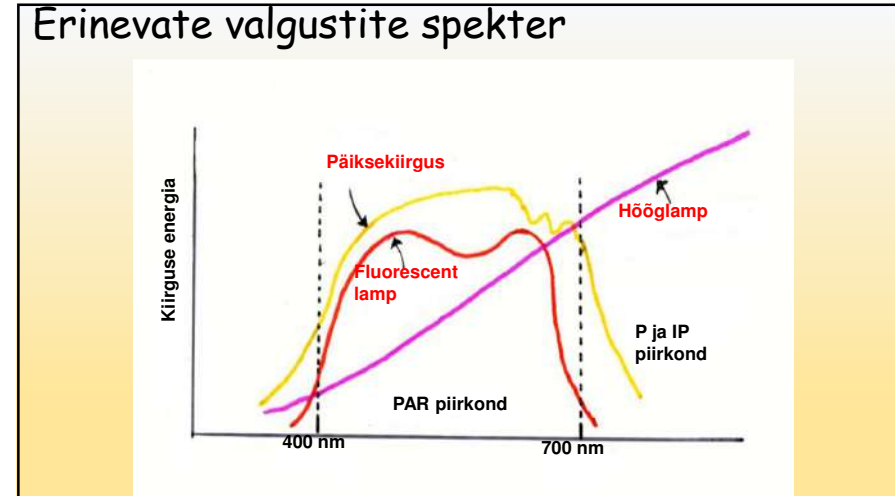
- Suvel tuleb õitsema minekuks lühendada päevapikkust pimenduskardinatega
- Talvel võib osutada vajalikuks päeva pikendada → et taim ei läheks liiga kiiresti õitsema → 1-2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Tsükliline valgustamine vähemalt 5 min /30 min jooksul
- LED lamp (sisaldab Red ja Far-Red)





Lühi-päeva taime Pika-päeva taime

■ Vegetatiivne ■ Õitsemine
■ Valge aeg ■ Pime aeg



Valguse mõõtmine

Valguse kvaliteedi mõõtmiseks on vaja spektraalse koostise mõõtmine




Compact spectroradiometer CSS-45 with CSS-D



High pressure sodium lamp



Spektroradiomeeter

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 valgusvilkakus (luumenid / W).

LAMP	EREDUS	45 luumenit	100 luumenit	450 luumenit	800 luumenit	1100 luumenit	2600 luumenit
LED		0,8W	1W	6W	9W	13W	24W
SAASTULAMP	vähemini		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.



8000 Daylight Metal Halide 5,500K
7500 Cool White Fluorescent 4,200K
7000 Std. Clear Metal Halide 4,000K
6000 Warm (3K) Metal Halide 3,200K
4500 Halogen 3,000K
3500 Standard Incandescent 2,700K
2500 High Pressure Sodium 2,200K
2000





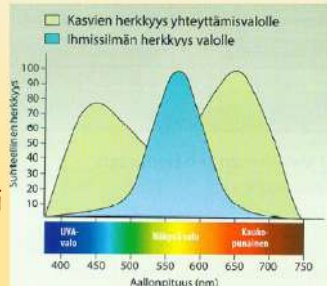
2000K 2700K 3000K 3500K 4000K 5000K 6000K 6500K 8000K 10000K

Warm Neutral Cool Cold

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.

Sunkeelise herkkyys

Kasvien herkkyys yhteyttamisvalolle
ihmissilmän herkkyys valolle

UVA-valo 400 450 500 550 600 650 700 750 Aallonpituus (nm)

UVA-valo Keskvalge valge Kesk-punane

Lux-meeter ei sobi hästi taimede valgustatuse määramiseks

Valguse mõõtmine → PAR

Fotosünteesiliselt 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 $10\,000 \text{ lx}$)
- 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



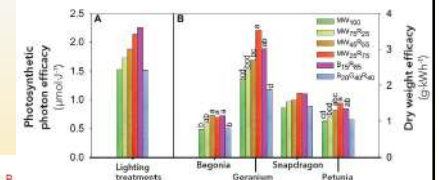
<https://www.lambimaailm.ee/>

Valguse mõõtmine → CRI

Color Rendering Index

- Ei ole otseselt taime kasvutingimustega seotud


Growing Ornamental Seedlings Under White LEDs



Lighting treatments	MW ₁₀₀	MW ₇₅ R ₂₅	MW ₁₅ R ₈₅	MW ₂₅ R ₇₅			
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-THIESDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

LED-Belichtung von Bunten Salaten (2012/13)

Ausföhrung der Sorte ‚Anthony‘ unter verschiedenen Lichtspektrern
am 22.01.2013 (Versuchsende)



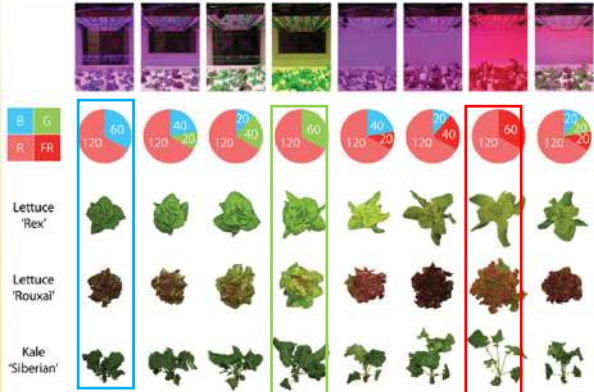
NHDL | Valoya NS1 | Valoya G2 | Valoya AP67 | ohne Belichtung

Belichtung: 5:00 – 22:00 (ab 20 klx außen keine Belichtung) - 80 μmol m⁻² s⁻¹

Katse: Sinise valguse asendamine Rohelise ja Kaug-punasega

→ Ilma loomuliku valgusega 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 GreenPower LED Solutions



Toplighting

Bottomlighting

A single line installation

A double line installation

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