



Kuvassa HPS+LED-käsittelyrivi vasemmalla ja HPS-käsittelyrivi oikealla 30. lokakuuta 2018.

LED-valolla vaikutetaan vadelmaan kasvihuoneessa talvikaudella

Vadelman kasvatusta kasvihuoneessa kiinnostaa nykyään marjojen suuren kysynnän vuoksi. Kokeessamme talvella HPS-valon rinnalle lisätty LED-valo muutti vadelman kasvutapaa ja paransi marjojen laatua.

TEKSTI: TUOMO LAINE JA PAULIINA PALONEN
KUVA: TUOMO LAINE

Suomessa luonnonvaloa on rajallinen määrä talvikaudella. Valo-olosuhteita on tyypillisesti parannettu HPS-valaisimilla, joiden spektri sisältää vain vähän kasveille tärkeää sinistä valoa.

Ledit mahdollistavat spektrin optimoinnin vastaamaan kasvien fotoreseptoreiden absorboimia aallonpitoisuuksia. Hybridivalotusmenetelmässä sijoitetaan LED-valaisimia HPS-valaisimien rinnalle ja voidaan näin lisätä kasveille tärkeää sinisen ja punaisen valon määrää kasvihuoneolosuhteissa.

Tutkimusten mukaan valon laadulla ja eri aallonpituuksien välisillä suhteilla on suora vaikutus sekä kasvin vegetatiiviseen kasvuun että marjan tai hedelmän laatuun.

Erilainen valo, eri vaikutus

Sininen valo, 400–500 nanometriä, vaikuttaa kuten kasvunsäädä ja rajoittaa kasvin pituuskasvua. Lehden läpimitta, ilmarakojen koko ja fotosynteesiaktiivisuus kuitenkin kasvavat. UV-valo vaikuttaa monin tavoin samoin kuin sininen valo, esimerkiksi rajoittaen kasvin pituuskasvua, pienentäen kasvin biomassaa ja lisäten kasvin sekundääristä aineenvaihduntaa.

Vihreä valon, 500–600 nanometriä, vaikutus fotosynteesiin on vähäinen, mutta se tunkeutuu syvemmälle lehden viherhiukkaseen ja siten osaltaan tehostaa yhteyttämistä. Vihreän valon puuttuminen heikentää fotosynteesigeenien ilmentymistä. Lisäksi vihreän valon lisää-

minen heikentää sinisen valon vaikutusta fotosynteesiin.

Punainen valo, 600–700 nanometriä, tehostaa kasvin fotosynteesiaktiivisuutta ja säätelee sinisen valon ohella lehden ilmarakojen kokoa. Se lisää kasvin biomassaa suurentamalla version läpimittaa ja lehtien lukumäärää.

Kaukopunainen valo, 700–800 nanometriä, stimuloi vegetatiivista kasvua, tehostaa yhteyttämistä ja vähentää kasvin haaroitumista. Lisäksi kaukopunainen valo suurentaa ja ohentaa lehtiä sekä edistää juuriston kasvua.

Koekasvina yksivuotinen syysvadelmalajike Shani

Kokeessamme Helsingin yliopiston Viikin kampuksella verrattiin kahden eri valokäsittelyn vaikutusta vadelmaan, *Rubus idaeus* L. 'Shani', elokuun 2018 ja helmikuun 2019 välisenä aikana. Tavoitteena oli tutkia, miten HPS-valaistuksen rinnalle asennettu sininen ja punainen LED-valaistus vaikuttaa yksivuotisen vadelman kasvuun, morfologiaan, satoon ja marjanlaatuun kasvihuoneessa talvella Suomen olo-

suhteissa pelkkään HPS-valaistukseen verrattuna.

Kaksi valaisinkäsittelyä

Koetaimet istutettiin 25. elokuuta 2018 mustiin neljän litran ruusu-ruukkuihin. Kasvualustana oli taimimulta sekä kasvusammal, joiden suhde kasvualustassa oli 1/1.

Yhden koerivin valaistu pinta-ala oli noin 5,6 neliometriä ja koerivejä oli kaksi molemmissa käsittelyissä. Käsittelyinä kokeessa olivat HPS – viisi kappaletta 400 watin HPS-valaisinta koerivillä – ja HPS+LED 3:2 – kolme 400 watin HPS sekä kaksi 200 watin LED-valaisinta koerivillä.

Valaisimet sijaitsivat 4,7 metriä pitkän rivin päällä, ja niitä oli yhteensä viisi riviä kohti. Yhteensä riviin asetettiin 19 tainta, joiden taimiväli oli 25 senttiä. Kokeen kasveja valotettiin 16 tuntia vuorokaudessa koko kokeen ajan 11. helmikuuta 2019 asti.

Kokeen LED-valaisimet olivat Netledin hybridikäyttöön suunniteltuja 200 watin Overhead-valaisimia. Yhdessä valaisimessa oli 67 kappaletta yhden watin sinistä lediä ja 101 yhden watin punaista lediä. Kasvihuoneosaston hiilidioksidin annostelu aloitettiin 30. elokuuta, ja tavoitteena oli ylläpitää 400–500 ppm:n pitoisuutta.

Vegetatiivisessa kasvuvaiheessa mitattiin kasvin lehdestä flavonoidi-, antosyaani- ja klorofyllipitoisuuksia sekä fotosynteesiaktiivisuutta. Lisäksi mitattiin kasvin versojen morfologiaa ja kuivapainoa.

Generatiivisessa kasvuvaiheessa mitattiin sadon ajoittuminen, kukintojen määrä, sadon määrä ja marjanlaatu, johon kuuluivat sokeri-, happo-, kokonaisfenoli- ja antosyaanipitoisuus.

Vaikutusta kasvuun ja marjan laatuun

Sinisen ja punaisen valon osuuden lisääntyminen spektrissä, HPS+LED, vaikutti sekä vegetatiivisessa kasvuvaiheessa että marjan laatuun. Lehden lämpötila oli odotetusti HPS-käsittelyssä muutaman asteen korkeam-

SELVÄT EROT VALON LAADUSSA

Valon eri aallonpituuksien määrä sekä eri aallonpituuksien suhteet koeosaston HPS- ja HPS+LED-käsittelyissä 45 sentin korkeudelta maasta eli noin 2,4 metrin etäisyydeltä valaisimista mitattuna.

Mittaus	Aallonpituus (nm)	HPS	HPS+LED
PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	400–700	192,9	213,9
Sininen, osuus (%)	400–500	9,6	21,8
Vihreä, osuus (%)	500–600	20,0	14,0
Punainen, osuus (%)	600–700	20,1	32,2
Sininen/Vihreä, suhdeluku	420–490 / 500–570	0,5	1,6
Sininen/Punainen, suhdeluku	420–490 / 620–680	0,5	0,7
UV-A ($\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	315–400	4,2	4,1
Kaukopunainen ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	700–800	17,1	14,9
Infrapuna ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	800–900	75,7	57,9
Pun./Kaukopun. (Sellarö), suhdeluku	620–680 / 700–750	2,3	4,7
Pun./Kaukopun. (Smith10), suhdeluku	655–665 / 725–735	1,8	7,1

pi kuin HPS+LED-käsittelyssä.

Lehden klorofyllipitoisuus oli kahdeksan prosenttia ja flavonoidipitoisuus 24 prosenttia suurempi HPS+LED-käsittelyssä. Myös fotosynteesiaktiivisuus oli HPS+LED-käsittelyssä suurempi kuin HPS-käsittelyssä.

Oletimme HPS+LED-valon hillitsevän pääversion pituuskasvua. Näin ei kuitenkaan käynyt, mutta HPS+LED-käsittely rajoitti voimakkaasti sivuversojen pituuskasvua.

HPS+LED-valo suurensi marjan antosyaanipitoisuutta 16 prosenttia, vaikka ei vaikuttanut

merkittävästi sen kokonaisfenolipitoisuuteen. Marjan happojen pitoisuus ja sokeripitoisuus eivät eronneet merkittävästi käsittelyjen välillä. HPS+LED-käsittelyssä marjojen pH oli kuitenkin hieman korkeampi kuin HPS-käsittelyssä.

Valo vaikuttaa monin tavoin kasviin

Valointensiteetti, valon laatu ja valon eri aallonpituuksien suhteet vaikuttavat kasvin lehden klorofyllin ja fenolisten yhdisteiden biosynteesiin monin ta-

voin. Vadelmalla suurin osa polyfenoleista on ellagitanniineja. Antosyaaneista yleisin on syaniidiini-3-soforosidi.

Marjan värityessä sen antosyaanipitoisuus suurenee. Kokonaisfenolipitoisuus on suurimmillaan marjan ollessa vielä vihreä ja pienenee marjan kypsyessä – mutta vain vaaleanpunaiseen kypsymisvaiheeseen saakka, jonka jälkeen kokonaisfenolipitoisuuden on havaittu jälleen suurenevan marjan jatkaessa kypsymistä kokonaan punaiseksi.

Myös lämpötila, ravinteet ja bioottinen stressi vaikuttavat marjan fenolisten yhdisteiden määrään. Keskilämpötilan nousu suurentaa marjan fenoli-

pitoisuutta.

Vadelmalla fenolipitoisuudet ovat suurempia lehdessä kuin siemenissä tai hedelmälihassa. Niitä voidaan mitata lehden epidermistä hyödyntämällä klorofyllifluoresenssia.

Omassa kokeessamme mitasimme Dualex-laitteen avulla lehden flavonoidipitoisuutta. Laite mittaa lehden epidermin flavonoidi- ja antosyaanipitoisuuden klorofyllin fluoresenssin differentiaalisen suhteen avulla seulomalla antosyaanit vihreän valon alueelta ja flavonoidit UV-valon alueelta. Flavonoidit ovat fytokeemiallisia yhdisteitä eli polyfenoleita, joita voidaan löytää monista kasveista ja niiden hedelmistä tai marjoista. Ne toimivat ihmisen elimistössä antioksidanteina.

Sato jäi pieneksi

Satotasot jäivät molemmissa käsittelyissä alle kiloon per verso, mikä ei ole kannattavaa varsinkaan talviaikaan kasvihuoneessa, kun kasvatustehdään kokonaan kontrolloiduissa olosuhteissa lisäenergialla. Shani-lajike valittiin kokeeseen, koska se matalakasvuisena voisi soveltua kasvihuone-tuotantoon. Koe tulisi uusista pitkäversotaimilla, joiden tiedetään tuottavan hyvin satoa Suomessa tunneliolosuhteissa.

Laine toimii Luonnonvarakeskuksessa tutkimusinsinöörinä ja Palonen on puutarhatieteen yliopistonlehtori Helsingin yliopiston Maataloustieteiden osastolla Viikissä.

Tutkimusta rahoitti Maju ja Yrjö Rikalan Puutarhasäätiö ja se raportoitin maisterintutkielman 2022.

Päivät pitenevät ja kausi lähestyy

- Tilaa marjalaatitkot ennakkohinnalla maaliskuun loppuun mennessä!
- Tunneliviljelijä ennakkovarauksella varmistat haluamasi taimikoon ja lajikkeen
- Laaja valikoima mansikkalajikkeita vielä tulevalle kaudelle

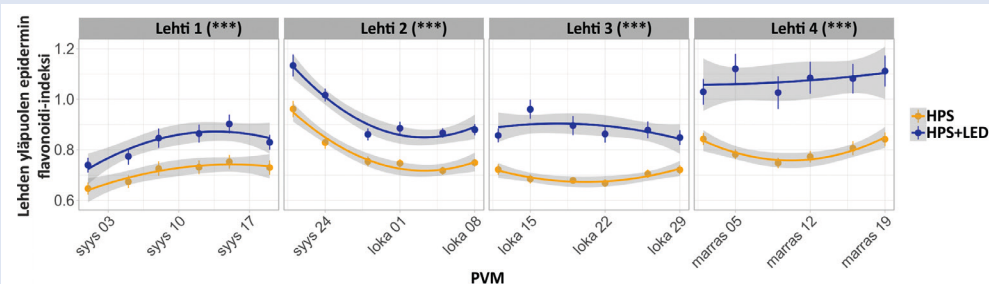
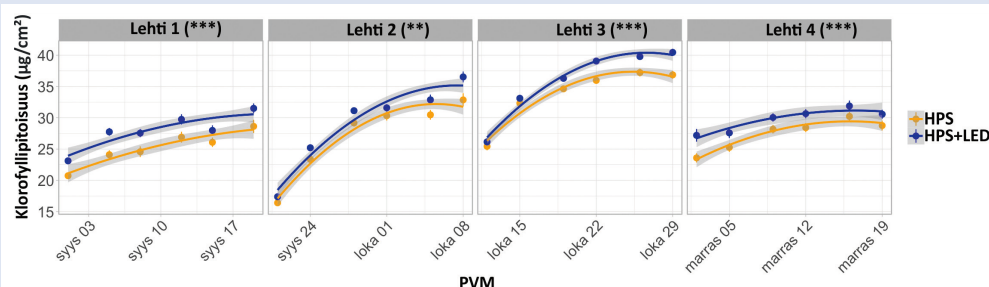


Taimet tuottavaan kasvuun

Marja-Suomen Taimituotanto Oy

Vehvilänsalontie 19, 77600 Suonenjoki
040 920 8120 • taimituotanto.net

Hybridivalotus lisäsi lehtivihreää ja flavonoideja



Vadelman pääversion ylimmän kokonaan auenneen lehden kolmen viikon ajan kahdesti viikossa mitattu lehden yläpuolen klorofyllipitoisuus (yläkuva) ja epidermin flavonoidi-indeksi. Kolmen viikon jakson jälkeen valittiin uusi lehti, ja mittauksia tehtiin yhteensä neljästä lehdestä.