

**Valointensiteetin vaikutus sareptan- ja vihannessinapin kasvuun ja  
makuun vertikaaliviljelyssä**



Hortonomin opinnäytetyö

Puutarhatuotanto, Lepaa

Kevät 2022

Miia Tuori

Koulutus Puutarhatalous

Tiivistelmä

Kampus Lepaa

---

Tekijä Miia Tuori

Vuosi 2022

Työn nimi Valointensiteetin vaikutus sareptan- ja vihannessinapin kasvuun ja makuun vertikaaliviljelyssä

Ohjaajat Marika Tossavainen

---

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin osana VETREÄ-hanketta, jossa selvitettiin valointensiteetin vaikutusta sareptansinapin (*Brassica juncea*) ja vihannessinapin (*Brassica rapa*, Perviridis-Ryhmä) kasvuun ja makuun. Tutkimus sisälsi kaksi viljelysykliä, joissa koekasvit viljeltiin samoissa koeolosuhteissa. Valointensiteetin vaikutuksen määrittämiseksi otettiin molempien viljelysykliä aikana lehtinäytteet nuorilta ja täysikasvuista koekasveilta. Maun arvioimiseksi järjestettiin kaksi aistinvaraista arviointia ensimmäisen viljelysyklin aikana.

Ensimmäisessä viljelysyklissä korkeampi valointensiteetti ( $\sim 256 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) lisäsi biomassan tuottoa nuorilla ja täysikasvuilla kasveilla. Toisessa viljelysyklissä täysikasvuisten biomassatuotto oli huomattavasti vähäisempi. Aistinvaraisissa arvioinneissa korkeammassa valointensiteetissä kasvaneen sareptansinapin maku koettiin epämiellyttävänä. Nuorena korjatussa, matalammassa valointensiteetissä ( $\sim 136 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) kasvaneen vihannessinapin makua pidettiin puolestaan miellyttävänä. Tulosten perusteella sareptan- ja vihannessinapit kannattaa korjata nuorena. Erityisesti sareptansinappia pitäisi viljellä miniversoina.

Avainsanat Vihannesviljely, kerrosviljely, valo, aistinvarainen arviointi

Sivut 26 sivua ja liitteitä 9 sivua

Degree Programme in Horticulture

**Abstract**

Campus Lepaa

---

Author Miia Tuori

Year 2022

Subject The influence of Light Intensity on Leafy Mustard's Growth and Taste in Vertical Farming

Supervisors Marika Tossavainen

---

#### ABSTRACT

This thesis was part of VETREÄ-project, which investigated the influence of light intensity's on Indian mustard's (*Brassica juncea*) and komatsuna's (*Brassica rapa*, Perviridis-Group) growth and taste. The study was carried out in two cultivation cycles in which the test plants were grown in same conditions. For defining the influence of light intensity, leaf samples were taken from young and full-grown test plants during both cultivation cycles. For assessing taste, two organoleptic evaluations were organized during the first cultivation cycle.

In the first cultivation cycle, higher light intensity ( $\sim 256 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) increased the biomass yield of young and full-grown plants. In the second cultivation cycle full-grown plant's biomass yields were distinctly low. In organoleptic evaluations, the taste of the high light intensity's Indian mustard was unpleasant. On the other hand, the taste of young vegetable mustard, which was grown in the low light intensity ( $\sim 136 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ), was considered pleasant. According to the results, Indian and vegetable mustards should be harvested at young age. Especially Indian mustard should be cultivated as microgreens.

Keywords Vegetable cultivation, vertical farming, light, organoleptic evaluation

Pages 26 pages and appendices 9 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Vertikaaliviljely .....	2
2.1	Viljelyolosuhteiden hallinta .....	2
2.2	Valo .....	3
2.2.1	Valon merkitys kasveille.....	4
3	Brassicaceae-heimon kasvit .....	4
3.1	Sareptansinappi .....	5
3.2	Vihannessinappi .....	5
4	Menetelmät.....	6
4.1	Koeympäristö .....	6
4.2	Koejärjestely.....	6
4.3	Koeolosuhteet .....	7
4.3.1	Valointensiteettiasetukset .....	7
4.3.2	Lämpötila ja ilmankosteus .....	8
4.3.3	Kasvualusta, kastelu ja lannoitus .....	8
4.4	Viljelyvaiheet.....	8
4.4.1	Idätys .....	8
4.4.2	Koulinta .....	9
4.4.3	Kasvinsuojelu ja biologinen torjunta.....	9
4.5	Näytteenotto ja analyysit.....	10
4.5.1	Tuore- ja kuivapainon määrittäminen .....	10
4.5.2	Aistinvaraisen arvioinnin näytteet .....	10
4.6	Aistinvarainen arviointi .....	10
4.7	Tulosten analysointi .....	12
5	Tulokset .....	12
5.1	Sareptansinapin biomassan tuotto eri valointensiteeteissä .....	12
5.1.1	Tuorepaino .....	12
5.1.2	Kuivapaino .....	13
5.2	Vihannessinapin biomassan tuotto eri valointensiteeteissä .....	14

5.2.1	Tuorepaino .....	14
5.2.2	Kuivapaino .....	15
5.3	Visuaaliset havainnot .....	16
5.4	Aistinvaraiset arvioinnit .....	17
6	Tulosten tarkastelu .....	20
6.1	Valointensiteetin vaikutus kasvuun .....	20
6.2	Valointensiteetin vaikutus aistinvaraisiin ominaisuuksiin .....	21
7	Johtopäätökset .....	23
	Lähteet .....	24

## **Kuvat, taulukot ja kaavat**

Kuva 1.	Viljelykennojen arvotut paikat .....	7
Kuva 2.	Koekasvien idätystä kerrosviljelykontissa .....	9
Kuva 3.	Sareptansinapin biomassojen tuorepainot keskiarvoina .....	13
Kuva 4.	Sareptansinapin biomassojen kuivapainot keskiarvoina .....	14
Kuva 5.	Vihannessinapin biomassojen tuorepainot keskiarvoina .....	15
Kuva 6.	Vihannessinapin biomassojen kuivapainot keskiarvoina .....	16
Kuva 7.	Ensimmäisen aistinvaraisen arvioinnin tulosten jakauma .....	18
Kuva 8.	Toisen aistinvaraisen arvioinnin tulosten jakauma .....	19
Taulukko 1.	Subjektiiiviset aistiluokat ja ominaisuuksien attribuutit .....	11

## **Liitteet**

Liite 1	Viljelyhylykohtaiset valointensiteettilukemat
Liite 2	Aistivaraisten arviointien arvotut näytekoodit
Liite 3	Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja -hajonnat
Liite 4	Aistinvaraisen arvioinnin kyselylomake

## 1 Johdanto

Kotimaisessa kaupallisessa tuotannossa on vakiintunut perusvalikoima kasviksia ja yrttejä, joita tuottavat kourallinen tunnetuimpia viljelijöitä. Uudet viljelijät ja pienyrittäjät tarvitsevat uusia tuotteita saadakseen jalansijaa markkinoilla. Kuluttajat puolestaan kaipaavat tuotteita, jotka on räätälöity tarkennetuille asiakasryhmille. Heitä ovat esimerkiksi ympäristötietoiset asiakkaat, jotka toivovat valikoimiin lisää paikallisesti kasvatettuja tuotteita, tai terveydestään huolehtivat ostajat, jotka toivovat entistä terveellisimpiä ja ravintorikkaita vaihtoehtoja.

Tiedostavan kuluttamisen lisäksi maku ja laatu määrittävät tuotteen menestyksen markkinoilla (Kesko, 2022). Maun tutkimiseksi on kehitetty erilaisia tieteellisiä ja kaupallisia tutkimusmenetelmiä (Pohjanheimo, 2010, s. 11–12). Terveellisen ravintokulttuurin vahvistamiseksi on tärkeää perehtyä kuluttajien mieltymyksiin ja tekijöihin, jotka vaikuttavat ostopäätösten taustalla (Pohjanheimo, 2010, s. 22).

Vertikaaliviljely on lisääntynyt Suomessa, ja viljelijät ovat entistä kiinnostuneempia siitä. Nykytekniikan avulla on mahdollista räätälöidä kasveille viljelyolosuhteet, joiden avulla voidaan vaikuttaa kasvien kasvuun, kemialliseen koostumukseen ja aistittaviin ominaisuuksiin. Valon vaikutusta erilaisten viljelykasvien kohdalla on tutkittu laajalti, mutta monimutkaisten prosessien selvittämisessä riittää työtä, sillä viljelykasvien valovaatimukset vaihtelevat.

Tässä opinnäytetyössä, joka on osa Maiju ja Yrjö Rikalan säätiön rahoittamaa VETREÄ-hanketta, tutkittiin valointensiteetin vaikutusta sareptansinapin (*Brassica juncea*) ja vihannessinapin (*Brassica rapa*, Perviridis-Ryhmä) kasvuun ja aistinvaraisiin ominaisuuksiin. VETREÄ-hankkeen tavoitteena on tutkia alihyödynnettyjä Premium-kasveja, eli arvokasveja. Arvokasvien tavoiteltavia ominaisuuksia ovat muun muassa terveys- ja ravintohyödyt, potentiaaliset bioaktiiviset yhdisteet sekä soveltuvuus vertikaaliviljelyyn.

## 2 Vertikaaliviljely

Kestävän kehityksen haasteet luovat tarpeita uusille viljelykeinoille, jotka vähentävät hiilijalanjälkiä ja viljelykustannuksia. Tekniikan ja tieteen edistymisen ansiosta on mahdollista tuottaa omavaraisesti viljeltyä ruokaa jopa ympäri vuoden, sillä ruokaa voidaan kasvattaa vertikaaliviljelmillä raivaamatta lisää maata (Wong & ym., 2020, s. 1).

Monikerroksista vertikaaliviljelyä harjoitetaan Suomessakin entistä enemmän, ja se voi toimia kehityskeinona kestävässä kehityksessä ja luo uusia elinkeinomahdollisuuksia. Vertikaaliviljelyn etuina on lyhyemmät toimitusketjut ja lievemmat pistekuormitukset ympäristölle (Wong & ym., 2020, s. 2).

### 2.1 Viljelyolosuhteiden hallinta

Vertikaaliviljelmä voidaan perustaa tiloihin, jonne voidaan rakentaa viljelyn vaatimaa tekniikkaa, kuten kasvatusvalaistukset, vesijärjestelmät ja lämmitys. Vaihtoehtoisesti voidaan investoida valmiiseen kerrosviljelyjärjestelmään (esimerkiksi Novarbo, Netled), johon voidaan räätälöidä viljelyyn vaaditut käyttöjärjestelmät. Lisäksi markkinoilla on myytävänä erillisiä, siirreltäviä moduuleja, jotka voidaan liittää ulkopuolisiin virran- ja vedensyöttölähteisiin. Tuotannollisilla vertikaaliviljelmillä uuden teknologian hyödyntäminen on väistämätöntä, sillä kompaktiin rakenteeseen on mahdutettava kaikki, mitä kasvihuoneissa tarvitaan.

Vertikaaliviljely tarkoittaa nimensä mukaisesti päällekkäin viljeltyihin kasveihin. Viljelymenetelmän etuna on kasvatustilan tehokas hyödyntäminen ja käyttö. Optimoidut viljelyolosuhteet ennaltaehkäisevät viljelyhygieniaan liittyviä ongelmia, ja lisäksi tuholaisongelmat ovat vähäisempiä suljetun ympäristön ansiosta (Benke & Tomkins, 2017, s. 16).

Kasvien kastelu vertikaaliviljelyssä perustuu usein ravinneliuos- eli hydroponiseen viljelyyn, jossa vesi kulkee viljelytasolle tulva- tai tihkukastelulla viljelytasolle. Muitakin viljelykeinoja voidaan käyttää, esimerkiksi aeroponista viljelyä, jossa ravinteet suihkutetaan kasvien juurille (Porvali, n.d.). Tällöin vedenkulutus on vieläkin vähäisempää kuin hydroponisessa

viljelyssä. Automatisoidun kastelun ansiosta myös ravinteiden antaminen kasveille on helpommin hallittavissa. Vertikaaliviljelyyn soveltuvia kasveja on viisi pääryhmää; tomaatit, lehtivihannekset, yrtit, kukat ja miniversot (Wong & ym, 2020, s. 2).

Kasvilajien tarpeiden selvittäminen vaatii työtä, erityisesti kestävän kehityksen ja elinkeinotoiminnan kannattavuuden kannalta. Suomessa talven pimeys ja lämmitystarve aiheuttavat korkeita kustannuksia kasvihuoneviljelyssä. Mitä suurempi suurempi viljelmä, sitä korkeammat kustannukset (Al-Chalabi, 2015, s. 75). Siksi vertikaaliviljelyn suunnittelussa on otettava huomioon olosuhteet ja viljelykasvien vaatimukset jopa lajikekohtaisesti (Wong, s. 2).

Vertikaaliviljelyssä kasvatusvaloina suositaan LED-lamppuja, sillä ne tuottavat suurpainenatriumlamppuja vähemmän lämpöä, kuluttavat vähemmän sähköenergiaa ja ovat edullisia. Pääominaisuus LED-valoissa on niiden säädettävyys, sillä lamppujen valointensiteetit- ja spektrit ovat muokattavissa. Kasvilajien tarpeet valon laadun ja intensiteetin suhteen vaihtelevat, ja säätämällä valoasetuksia voidaan lisätä sadon määrää pienelläkin viljelyalalla (Wong & ym., s. 2).

## 2.2 Valo

Valo on sähkömagneettista energiaa, joka koostuu eri aallonpituuksista eli spektreistä. Ihmisen silmät erottavat aallonpituuksista parhaiten vihreän ja keltaisen taajuuden (noin 500–600 nanometria). Kasveille hyödyllinen spektritaajuus on 400–700 nm alue, jota nimitetään PAR-valoksi (Photosynthetic Active Radiation), eli fotosynteettisesti aktiiviseksi säteilyksi. Tämä sisältää sinisen (400–460 nm) ja kaukopunan (660–700 nm) aallonpituudet, joita ihmissilmä ei kykene havaitsemaan (Cocetta ym, 2017, s. 3).

Valon intensiteetillä tarkoitetaan energiamäärää, joka sisältää tietyn määrän valohiukkasia valitulla mitta-arvolla. Yksikkö mikromoolia neliömetrille sekunnissa ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) on tarkempi ja käytännöllisempi käsite kasvien valontarpeelle, verrattuna ihmissilmälle suunnattuun luksin mittauskäsitteeseen ( $1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s} = 54\,000$  luksia). (Lopez & Runkle, 2017, s. 16)

### 2.2.1 Valon merkitys kasveille

Valo ja valon ominaisuudet vaikuttavat kasvien kehittymiseen, muotoon ja rakenteeseen (Paradiso & Proietti, 2021, s. 743). Kasvit saavat valon energiaa käyttöönsä yhteyttämällä, eli fotosynteesillä, joka perustuu lehtien klorofyllien toimintaan. Ne sitovat PAR-taajuuden valoenergiaa yhdessä veden ja hiilidioksidin kanssa sokereiksi ja hapeksi. Kasvi varastoi sokeria itseensä muun muassa tärkkelyksen muodossa. Tarpeen vaatiessa, esimerkiksi valointensiteetin vähentyessä, kasvi pystyy purkamaan tärkkelyksen takaisin sokereiksi.

Kasvi kasvaa vain, kun se kykenee varastoimaan aineenvaihduntaprosessin (Calvinin kierto) ja hengittämisen nettotarpeen jälkeen ylimääräistä sokeria. Kasvu ei kuitenkaan vielä tapahdu, mikäli kasvuolosuhteissa on puutetta muista kasvutekijöistä valon lisäksi, kuten vedestä, ravinteista, lämpötilasta, hiilidioksidista tai ilmankosteudesta (Lopez & Runkle, 2017, s. 25).

Erilaisten valon spektritaajuuksien ja niiden yhdistelmien vaikutusta kasvien biokemiallisiin reaktioihin on perehdytty useissa eri tutkimuksissa. Kasvun ja yhteyttämisen kannalta kasvit tarvitsevat vähintään sinistä ja punaista valon aallonpituutta (Brazaityté ym., 2019, s. 2). Uusimpien tutkimusten mukaan myös vihreällä aallonpituudella on merkitystä. Vihreä aallonpituus (480–520 nm) auttaa valoenergian kulkeutumista syvemmälle lehtikerrokseen, ja siten herkistää kasvin valosäteilylle tehostamalla muiden aallonpituuksien vaikutusta. (Paradiso & Proietti, 2021)

## 3 *Brassicaceae*-heimon kasvit

*Brassicaceae*-heimoon kuuluu 1800 erilaista lajia, joista tunnetuimpia viljelylajeja ovat kaalit, öljy- ja sinappikasvit. Yhteistä näille kasveille on ristikukkaisuus, jonka vuoksi ne luokiteltiin ennen ristikukkaisten (*Cruciferae*) heimoon. Niitä viljellään tyypillisimmin viileän ilmaston alueilla, ja ne kasvavat parhaiten läpäisevässä, lievästi happamassa maassa tai kasvualueissa (pH 6.0–6.5). (Welbaum, 2015, luku 16)

Kaalikasveja luonnehditaan kitkerän makuisiksi (Wieczorek, 2018, s. 3) jota aiheuttavat rikkiä sisältävät glukosinolaatit (Hyvärinen, 2001). Kitkeruus johtuu sinigriinistä, joka kuuluu

glukosinolaatti-yhdisteisiin (Wieczorek, 2018, s. 9) ja on kaalisukuisten kasvien keino suojautua ulkopuolisilta stressitekijöiltä (Keskitalo, 2001, s. 13). Glukosinolaateista mainitaan myös se, että ainemäärien kertyminen kasvuvaiheen tai kasvin osaan vaihtelevat lajikohtaisesti (Keskitalo, 2001, s. 16). Edellä mainitut yhdisteet syntyvät sinappikasveissa sekundaarisen aineenvaihdunnan tuloksena ja muun muassa valolla on osuutensa niissä (Keskitalo, 2001).

### 3.1 Sareptansinappi

Sareptansinappia viljellään öljy- ja ravintokasvina Etelä- ja Itä-Aasiassa. Erityisesti aasialaisessa keittiömaailmassa sinappikasvien lehtiä käytetään nuorina salaateissa, ja vanhempia lehtiä keitettyinä tai paistettuina. Sareptansinappien väkevyys vaihtelee lajikkeittain (Palada ym., 1999, s. 3). Maailmalla sareptansinappi tunnetaan muun muassa seuraavilla nimillä: intialainen sinappi (Indian mustard), ruskea sinappi (Brown mustard), ja itämainen sinappi (Oriental mustard).

Sareptansinappi on satokaalin (*Brassica rapa*) ja mustasinapin (*Brassica nigra*) risteytys, ja siitä on kehitetty omia paikallisia lajeja esimerkiksi Australiassa (Rahman, 2018, s. 4). Sen kasvavat ruusukemaisesti tyvestä, ja lehtilavat ovat joko pariliuskaiset tai lusikkamaiset. Lehtien reunat voivat olla liuskaiset, mutkikkaat, sahalaitaiset tai sekoitus edellä mainittuja. Perusväriyty sareptansinapilla on raikkaan vihreä, mutta olemassa on lajikevariaatioita, esimerkiksi purppurasareptansinappi 'Giant Red' (Laji.fi, n.d), jonka lehdet ovat väriykseltään punavihreät.

### 3.2 Vihannessinappi

Vihannessinapin alkuperä on Japanissa ja se on nimetty synnyinseutunsa mukaisesti komatsunaksi (Flower Database, 2022). Se kuuluu olennaisena osana japanilaiseen ruokavalioon (Xiao ym., 2015, s. 2). Vihannessinappi menestyy vaihtelevissa olosuhteissa, ja se on nopeakasvuinen viljelykasvi (Miyazawa, 2005, s. 1).

Kasvutavaltaan komatsuna on pysty ja lehdet kiinnittyvät ruusukemaisesti toisiinsa. Pyöreäpäättyiset, sileät lehtilavat kasvavat valkoisiin lehtiruoteihin, ja niitä käytetään

ruoanlaitossa missä kasvuvaiheessa tahansa. Lehtiä voidaan keittää, paistaa, käyttää tuoreena salaateissa jne. Komatsuna sisältää monipuolisesti ravintoaineita; esimerkiksi tähän opinnäytetyöhön referenssinäytteeksi valittuun villirucolaan (*Diplotaxis muralis*, *Brassicaceae*) verrattuna enemmän kaliumia, rautaa ja kuitua (Fineli, Fujime).

## 4 Menetelmät

Sareptan- ja vihannessinapin viljelykoe tehtiin kahdessa viljelyssyklissä, joista ensimmäinen oli 6.-28.4.2021 ja toinen 25.5.-16.6.2021. Viljelysyklit sisälsivät kolme vaihetta; idätys, koulinta, ja kasvatusjakso, joissa koeolosuhteet pidettiin samoina. Viljelysyklien lopussa kerättiin lehtinäytteet tuore- ja kuivapainojen määrittämiseksi. Aistinvaraiset arvioinnit järjestettiin ainoastaan ensimmäisen viljelysyklin päätösvaiheessa (kts. kpl 3.6).

### 4.1 Koeympäristö

Vihannes- ja sareptansinappia viljeltiin kerrosviljelykontissa, jossa kasvatusolosuhteita hallittiin automatiikalla. Kerrosviljelykontissa oli viljelypinta-alaa noin 16 m<sup>2</sup>, ja sisällä oli kuusi kappaletta LED-valaistua viljelyhyllyä. Kasvatuspinta-ala yksittäisellä viljelyhyllyllä oli alle 2,5 m<sup>2</sup>.

Sininen sekä punaisen valon suhteelliset osuudet spektrissä oli säädettävissä. Kasteluvesi nousee viljelyhyllyille vuoksiluodemaisesti putkistoja pitkin kiertovesialtaasta.

Kokonaisuuteen kuului myös kosteuden ja lämpötilan säätöjärjestelmät, hiilidioksidin ja lannoitteen syötöt sekä kamerat, joilla oli mahdollista seurata kasvien vointia etäyhteydellä.

### 4.2 Koejärjestely

Koulinnan (kts. Kpl 3.4.2) jälkeen koekasviruukut lajiteltiin 21 lokeron viljelykennoihin, joista käytettiin 11 lokeroa. Viljelykennoja täytettiin 48 kappaletta per viljelysykli, eli yhteen viljelysykliin tuli 528 sinappikasvia (264 kappaletta molempia lajeja). Lukumääriin sisältyi muutama varakasvi siltä varalta, mikäli jokin koekasveista menehtyisi.

Viljelykennoja sijoitettiin neljä vierekkäin jokaisen viljelyhyllyn keskelle. Viljelyhyllyt sijaitsivat kerrosviljelykontissa siten, että hyllyjä oli kolme päällekkäin oikealla ja vasemmalla. Viljelykennoille arvottiin paikat molemmissa viljelysyklissä (Kuva 1) satunnaistamisen korostamiseksi.

Kuva 1. Viljelykennojen arvotut paikat ensimmäisessä viljelysyklissä sekä hyllynumerot. Valkoiset ruudut ovat viljelemättömiä kohtia. Lajinimet on lyhennetty sanoilla SAR= Sareptansinappi ja VIH= Vihannessinappi.

1		SAR	VIH	VIH	SAR	
2		SAR	VIH	SAR	VIH	
3		SAR	VIH	SAR	VIH	
KÄYTÄVÄ						
4		VIH	VIH	SAR	SAR	
5		SAR	VIH	SAR	VIH	
6		SAR	VIH	VIH	SAR	

### 4.3 Koeolosuhteet

#### 4.3.1 Valointensiteettiasetukset

Kylvön jälkeen valointensiteetti säädettiin idätysvaihetta varten kaikille kasveille noin 140  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Kolmen vuorokauden kuluttua kylvöstä valointensiteetti nostettiin lähelle 260  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Koekasvit koulittiin 7 vrk ikäisinä, ja jokaiselle viljelyhyllylle sijoitettiin vihannes- ja sareptansinappeja.

Kahden vuorokauden kuluttua kerrosviljelykontin viljelyhyllyt jaettiin korkean ( $255,5 \pm 10,3$   $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ja matalan ( $136,1 \pm 8,1$   $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) valointensiteettikäsittelyihin, ja valopimeäjaksoksi säädettiin 12/12 h. Sinisen spektrin osuus pidettiin jatkuvasti kaikilla viljelyhyllyillä kahdeksassa prosentissa. Ennen ensimmäistä viljelysykliä viljelyhyllyjen LED-valaisimien valointensiteetit mitattiin LI-COR- mittarilla. Mittaukset tehtiin viljelyhyllyn keskiosan molemmilta puolilta yhden kerran, sillä valointensiteettilukemat vaihtelivat hieman mittauskohdittain (Liite 1).

### 4.3.2 Lämpötila ja ilmankosteus

Sareptan- ja vihannessinappeja idätettiin kolme vuorokautta +20 °C lämpötilassa kerrosviljelykontissa. Tämän jälkeen suojamuovit poistettiin, ja laskettiin kerrosviljelykontin viljelylämpötila +18 °C asteeseen, jossa se pidettiin loppuun asti. Pimeäjaksen ajaksi kerrosviljelykontin lämpötilaa laskettiin (2 °C). Ilmankosteuden (RH%) maksimiarvo säädettiin 70 %. molemmissa kasvatussykleissä.

### 4.3.3 Kasvualusta, kastelu ja lannoitus

Vihannes- ja sareptansinapin siementen idättämiseen ja taimien kasvatukseen käytettiin Kekkilä Airboost Professional kasvualustaa (NPK 15-5-24, pH 6.0). Koulinnan jälkeen taimia lannoitettiin käsin viikon ajan 0,10 % (m-%) Kekkilä Kastelulannoitteella (NPK 17-4-25) joka kolmas päivä.

Viikon kuluttua koulinnasta kastelulannoitus lopetettiin ja tilalle kytkettiin kerrosviljelykontin automaattinen kastelu. Automaattikastelu ohjelmoitiin viljelyhyllyille neljälle päivälle (ma, ke, pe ja la), viiden minuutin kasteluajalla, ja emoliuoksen sähkönjohtokyvyksi (EC) asetettiin 2.2. Emoliuoksena oli 1:1 suhteella 15 % Kukka-Superex-lannoitetta, 1–2 % typpihapolla.

## 4.4 Viljelyvaiheet

Sareptan- ja vihannessinappien viljely toteutettiin molemmissa viljelysykleissä samanlaisina, mikä koski niin työvaiheita kuin materiaaleja. Viljelykokeeseen kuului tutkimuskasvien idättäminen, koulinta, kasvattaminen ja näytteenotot. Kasvatusvaiheessa tutkimuskasveille ei tehty erityisempiä toimenpiteitä kasvinsuojelun ja viljelyhygienian lisäksi.

### 4.4.1 Idätys

Viljelykokeet aloitettiin idättämällä sareptan- ja vihannessinapin siemeniä kylvölaatikoissa, jotka täytettiin kostutetulla turveseoksella. Siemenet hajakylvettiin 0,5 cm syvyyteen. Kylvön jälkeen kylvökset sumutettiin kosteiksi ja suojattiin muoveilla. Suojauksen jälkeen kylvölaatikot siirrettiin kerrosviljelykonttiin keskimmaisille viljelyhyllyille.

Kolme vuorokautta kylvöstä (Kuva 2) suojamuovit poistettiin, laskettiin kontin lämpötilaa +20 °C +18 asteeseen ja nostettiin valointensiteetti 260  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Viikon kuluttua kylvöstä molemmat sinappilajit olivat kasvattaneet sirkkalehdet ja ensimmäiset suppuvaiheiset kasvulehtensä, jolloin ne olivat koulintavalmiita.

Kuva 2. Koekasvien idätystä kerrosviljelykontissa.



#### 4.4.2 Koulinta

Kasvatusruukkujen täytössä käytettiin samaa turveseosta kuin idätysvaiheessa, ja se kostutettiin hyvin ennen koulinnan aloittamista. Pohjareikäiset muoviruukut, halkaisijaltaan 8 cm, täytettiin kukkuralleen kostutetulla turveseoksella. Taimia koulittiin yksi kappale per muoviruukku, joihin painettiin nimisäleet. Taimiruukut laitettiin säännöllisin välein viljelykennoihin, jotta koekasveille riitti kasvutilaa, tasaiset valo-olosuhteet ja ilma pääsi kiertämään lehtien välissä. Täytetyt viljelykennot siirrettiin lopulta kerrosviljelykonttiin arvotuille paikoilleen.

#### 4.4.3 Kasvinsuojelu ja biologinen torjunta

Idätysvaiheessa kerrosviljelykonttiin laitettiin kaksi keltaliima-ansaa liejusääkipopulaatioiden seuraamiseksi. Ansat tarkastettiin vähintään pari kertaa viikossa ja

tarpeen vaatiessa vaihdettiin uusiin. Koulintavaiheessa ruukut kasteltiin kerran isosukkulamato-seoksella (*Steinermata feltiae*), joka toimi hyvin liejusääskien torjunnassa.

#### **4.5 Näytteenotto ja analyysit**

Tuore- ja kuivapainon määrittystä varten koekasveista otettiin näytteet kaksi kertaa viljelysykliä aikana. Koekasveista otettiin ensimmäiset lehtinäytteet taimivaiheessa 17 vuorokauden kuluttua kylvöstä. Toinen näytteenotto tehtiin viiden päivän kuluttua täysikasvuisille koekasveille. Näytteenotossa kasvit leikattiin varsineen kasvualustan pintaa myöten ruukuista ja pakattiin erillisiin, esipunnittuihin paperipusseihin.

##### **4.5.1 Tuore- ja kuivapainon määrittäminen**

Tuorepainon määrittystä varten kasvinäytteet punnittiin paperipusseissaan ennen kuivausvaihetta. Tuorepainopunnituksen jälkeen näytepusseja vietiin kuivatettaviksi lämpökaappiin. Lämpökaapin lämpötilaksi säädettiin 50 °, ja näytepusseja asetettiin hyllyille vaakatasoon. Kuivausvaihe kesti 3–4 päivää, jonka jälkeen määritettiin kasvinäytteiden kuivapainot.

##### **4.5.2 Aistinvaraisen arvioinnin näytteet**

Aistinvaraista arviointia varten lehtinäytteet kerättiin tuoreeltaan arviointipäivien aamuina puhtaisiin, kannellisiin keräysastioihin, joihin oli merkitty tunnusnumerot (Liite 2). Näytteet huuhdeltiin, silputtiin ja jaettiin kannellisiin näyterasioihin. Näyterasiat merkittiin samoilla tunnusnumeroilla kuin keräysastiat, ja ne säilytettiin jääkaapissa aistinvaraisiin arviointeihin saakka.

#### **4.6 Aistinvarainen arviointi**

Näytteiden kaksi aistinvaraista arviointia järjestettiin ensimmäisen viljelysyklin aikana (23.4. ja 28.4.2021). Arviointeihin kutsuttiin henkilöitä, joilla oli kokemusta aistinvaraisista arvioinneista. Halukkaita osallistujia lähestyttiin hyvissä ajoin sähköpostitse informaatiokirjeellä, jossa heille kerrottiin tapahtuman yleisohjeet sekä esiteltiin etukäteen

tutkimuksen kannalta olennaiset asiakirjat, kuten tietosuojailmoitukset ja suostumuslomakkeet.

Arviointitilaisuudet järjestettiin HAMK Lepaalla, ruokala Annan kabinetissa. Ennen aistinvaraisen arvioinnin aloittamista osallistujat allekirjoittivat suostumuslomakkeet. Suostumuksia ei kerätty toisella arviointikerralla, paitsi yhdeltä korvaavalta osallistujalta. Osallistujia oli yksi vähemmän toisella kierroksella (n=10) kuin ensimmäisellä kierroksella (n=11).

Osallistujille järjestettiin näyterasiat ja arvioinnissa tarvittavat välineet (kertakäyttöastiat, maun neutraloimiseen maissinaksut) arviointilomakkeineen yksittäisille istumapaikoille. Jokaiselle osallistujalle arvottiin henkilökohtainen arviointijärjestys näyterasioille. Näyterasiat oli merkitty tunnuskoodein (A-E), ja tunnuskoodit myös vaihdettiin näytteiden kesken toista arviointikertaa varten. Arvioitavia näytteitä oli neljä; matalassa ja korkeassa valointensiteetissä kasvatettuja vihannes- ja sareptansinappia, sekä viidentenä referenssinäytteenä villirucola (*Diplotaxis muralis*).

Arviointilomakkeessa oli kuusi kohtaa aistiominaisuuksille (Taulukko 1), joiden voimakkuutta osallistuja arvioi numeerisen skaalan avulla (0-10, jossa 10= voimakkain aistimus). Jokaiselle näytteelle oli myös kohta avoimille kysymyksille, joiden tarkoituksena oli määrittellä aistihavaintojen voimakkuutta adjektiiveilla, esimerkiksi miten pippurisia näyte A koettiin.

Taulukko 1. Subjektiiiset aistiluokat ja ominaisuuksien attribuutit.

<b>Aisti</b>	<b>Ominaisuus</b>
Tuoksu	<i>Tuoksuton — voimakas tuoksu</i>
Suutuntuma	<i>Hyvin tasainen ja pehmeä — erittäin epätasainen</i>
Maku	<i>Hyvin mieto — erittäin voimakas</i>
Maku	<i>Ei pippurinen — erittäin pippurinen</i>
Maku	<i>Ei kitkerä — erittäin kitkerä</i>
Yleisarvio (subjektiivinen kokemus) näytteestä	<i>Hyvin miellyttävä — erittäin epämiellyttävä</i>

## 4.7 Tulosten analysointi

Tuore- ja kuivapainotiedot kirjattiin, ja niistä laskettiin toistojen keskiarvot ja keskihajonnat matalan valointensiteetin ja korkean valointensiteetin käsittelyille. Aistivaraisten arviointien tiedot koottiin yhteen, ja laskettiin samat tunnusluvut näytekohtaisesti per arviointikysymys.

## 5 Tulokset

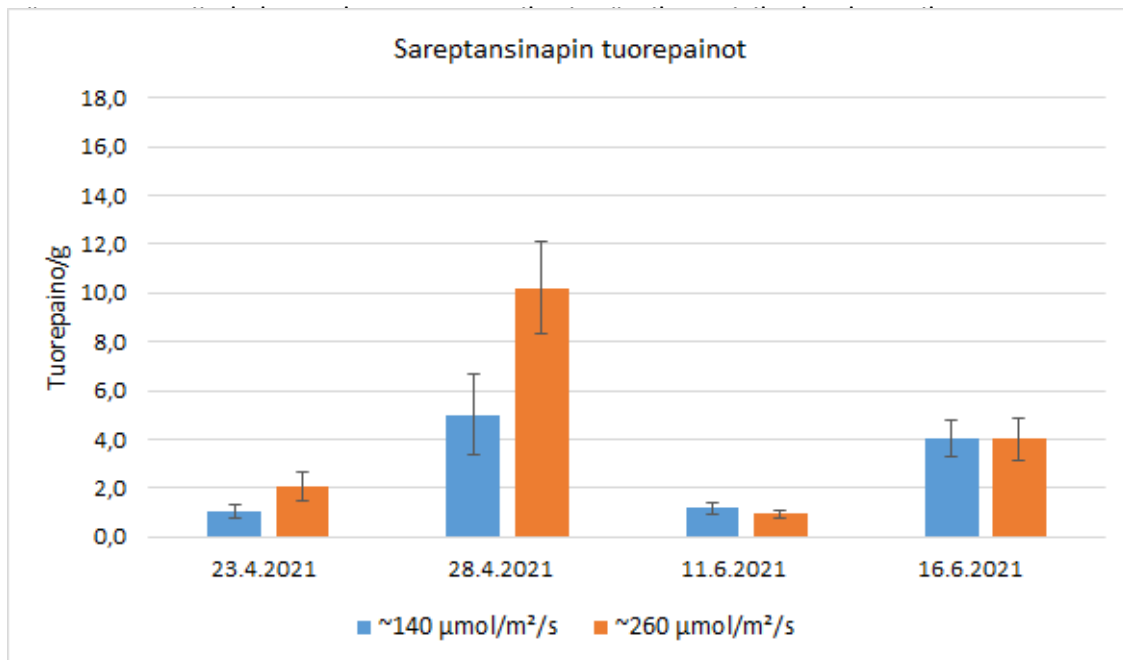
### 5.1 Sareptansinapin biomassan tuotto eri valointensiteeteissä

#### 5.1.1 Tuorepaino

Ensimmäisessä viljelysyklissä ja tuorepainon punnituksessa (23.4.2021) nuorista, matalassa valointensiteetissä kasvaneiden sareptansinappien kasvibiomassan tuotto oli  $1,0 \pm 0,3$  g. Viiden vuorokauden kuluttua toisessa punnituksessa (28.4.2021) matalan valointensiteetin sareptansinapit olivat kehittyneet täysikasvuiseksi, ja keskimäärin biomassa painoi  $5,0 \pm 1,7$  g. Korkeassa valointensiteetissä kasvaneet sareptansinapit tuottivat biomassaa nuorina  $2,0 \pm 0,6$  g ja täysikasvuina  $10,2 \pm 1,9$  g (Kuva 3).

Toisen viljelysyklin ensimmäisessä punnituksessa (Kuva 3) matalassa valointensiteetissä nuoret sareptansinapin taimet tuottivat biomassaa  $1,2 \pm 0,2$  g. Tulos oli hieman enemmän kuin ensimmäisen viljelysyklin taimilla. Täysikasvuisten punnituksessa matalassa valointensiteetissä kasvaneet sareptansinapit tuottivat  $4,0 \pm 0,7$  g, joka 1 g vähemmän. Korkeassa valointensiteetissä biomassan tuotto romahti; vastoin odotuksia tuotto pieneni lähes 50 %. Nuoret taimet tuottivat keskimäärin  $0,9 \pm 0,2$  g ja täysikasvuiset  $4,0 \pm 0,9$  g lehtimassaa. Nuorten taimien tulos oli siis samaa luokkaa kuin matalassa valointensiteetissä kasvatettujen biomassatuotto ensimmäisessä viljelysyklissä.

Kuva 3. Sareptansinapin biomassojen tuotot tuorepainon (g) keskiarvoina; korkeassa (~260  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ja matalassa (~140  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) valointensiteetissä. Molemmassa viljelysykleissä



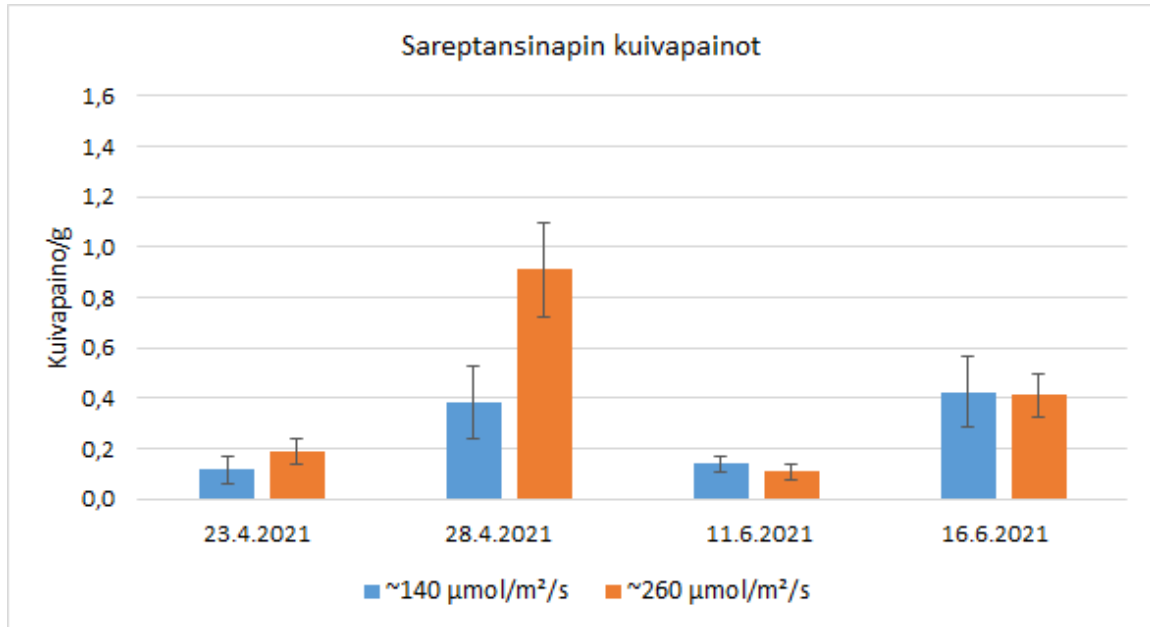
### 5.1.2 Kuivapaino

Ensimmäisessä syklissä kuivapainojen tuotoissa näkyy johdonmukaista laskua suhteessa tuorepainoon (Kuva 3 ja Kuva 4). Matalassa valointensiteetissä nuorten sareptansinappien kuiva-aineksen tuotto oli  $0,1 \pm 0,1$  g, ja korkeassa valointensiteetissä  $0,2 \pm 0,0$  g (Kuva 4).

Täysikasvuiset sareptansinapit tuottivat kuivapainoa keskimäärin  $0,4 \pm 0,1$  g matalassa, ja  $0,9 \pm 0,2$  g korkeassa valointensiteetissä.

Toisessa viljelysyklissä nuorten taimien kuivapainotuotto jäi  $0,1 \pm 0,0$  g molemmissa valointensiteettikäsittelyissä. Toisessa punnituksessa kävi samoin täysikasvuille, joiden tuotto oli  $0,4 \pm 0,1$  g. Yleisesti voidaan todeta, että sareptansinapin biomassa lisääntyi johdonmukaisesti tutkimuksen alussa, mutta taantui loppuvaiheessa.

Kuva 4. Sareptansinapin kuivapainojen tuotot (g) keskiarvoina; korkeassa ( $\sim 260 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ja matalassa ( $\sim 140 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) valointensiteetissä. Molemmissa viljelysykleissä näytteet otettiin kahteen kertaan; nuorilta ja täysikasvuisilta koekasveilta.



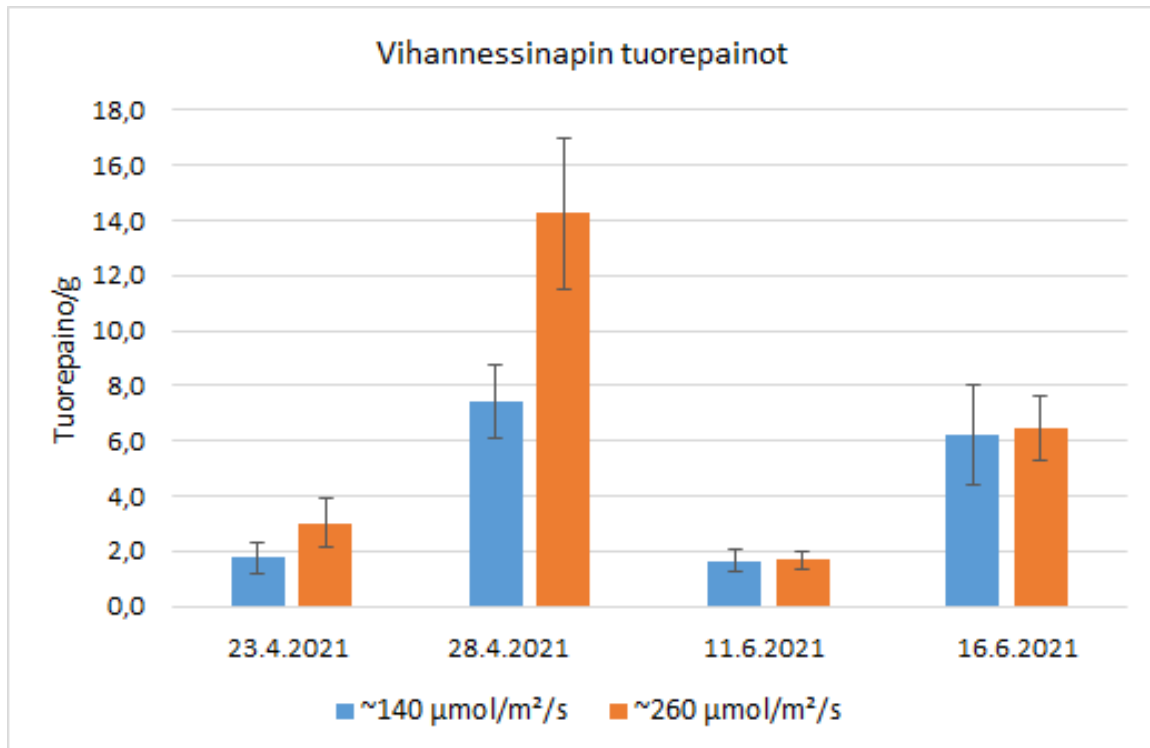
## 5.2 Vihannessinapin biomassan tuotto eri valointensiteeteissä

### 5.2.1 Tuorepaino

Ensimmäisessä viljelysyklissä ja punnituksessa matalassa valointensiteetissä käsitellyt vihannessinapin taimet tuottivat biomassaa  $1,7 \pm 0,6$  g (Kuva 5). Korkeassa valointensiteetissä kasvaneet taimet tuottivat  $3,0 \pm 0,9$  g. Suurinta biomassatuotto oli toisessa näytteenotossa täysikasvuisilla, korkeassa valointensiteetissä kasvaneilla vihannessinapeilla ( $14,3 \pm 2,8$  g).

Toisessa viljelysyklissä, nuorten taimien punnituksessa vihannessinappitaimet tuottivat biomassaa  $1,6 \pm 0,4$  g. Tuotto oli lähellä ensimmäisen viljelysyklin nuorten taimien tuottoa. Täysikasvuisten punnituksessa matalassa valointensiteetissä kasvaneiden vihannessinappien kasvibiomassa painoi  $6,2 \pm 1,8$  g (Kuva 5). Korkeassa valointensiteetissä vihannessinapit tuottivat  $6,4 \pm 1,2$  g, joka oli 43,5 % vähemmän ensimmäiseen viljelysykliin verrattuna. Toisen viljelysyklin tuotot olivat lähellä samoja lukuja molemmissa valointensiteeteissä.

Kuva 5. Vihannessinapin biomassojen tuotot tuorepainon (g) keskiarvoina; korkeassa ( $\sim 260 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ja matalassa ( $\sim 140 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) valointensiteetissä. Molemmassa viljelysykleissä näytteet otettiin kahteen kertaan; nuorilta ja täysikasvuisilta koekasveilta.

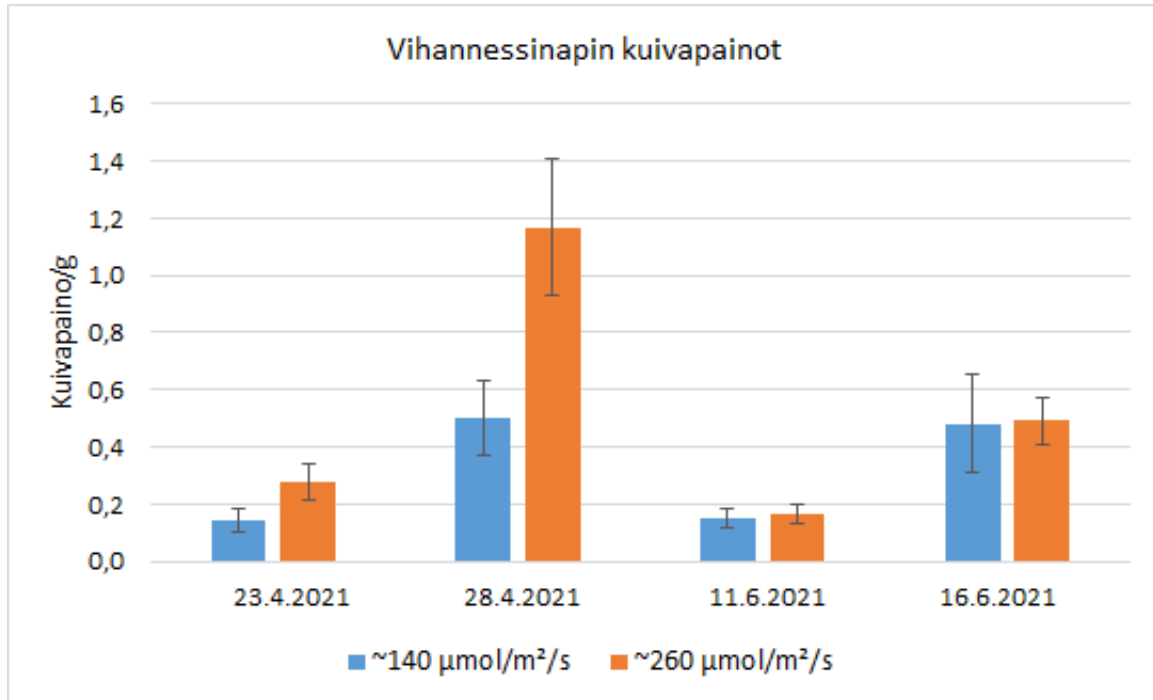


### 5.2.2 Kuivapaino

Ensimmäisessä viljelysyklissä kuivapainon tuotto nuorilla vihannessinapin taimilla oli  $0,1 \pm 0,0$  g matalassa, ja  $0,3 \pm 0,1$  g korkeassa valointensiteetissä. Kuivapainon tuotto lisääntyi suhteessa lehtinäytteiden tuoreeseen biomassaan (vrt. Kuva 5 ja Kuva 6). Täysikasvuisten, matalassa valointensiteetissä kasvaneilta vihannessinapeilta tuotto oli  $0,5 \pm 0,1$  g, ja korkeassa valointensiteetissä kasvaneilla  $1,2 \pm 0,2$  g.

Toisessa viljelysyklissä kuivapainon tuotot jäivät vähäisiksi seurauksena kasvibiomassan niukasta tuotosta. Nuorten taimien kuivapainotuotto oli  $0,2 \pm 0,0$  g molemmissa valointensiteettikäsittelyissä, mikä oli ensimmäisen viljelysyklin tulosta hieman suurempi. Täysikasvuisten vihannessinappien tuotot molemmissa valointensiteeteissä oli samankaltaiset;  $0,5 \pm 0,2$  g ja  $0,5 \pm 0,1$  g.

Kuva 6. Vihannessinapin kuivapainojen tuotot (g) keskiarvoina; korkeassa ( $\sim 260 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ja matalassa ( $\sim 140 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) valointensiteetissä. Molemmissa viljelysykleissä näytteet otettiin kahteen kertaan; nuorilta ja täysikasvuisilta koekasveilta.



### 5.3 Visuaaliset havainnot

Ensimmäisen viljelysyklin alussa havaittiin matalan valointensiteetin aiheuttavan nuorissa sareptansinapeissa kasvuvarsien venymistä ja pienempiä kasvulehtiä kuin korkeassa valointensiteetissä kasvaneilla sareptansinapeilla. Täysikasvuisena matalan valointensiteetin sareptansinappi jäi lehtikooltaan aavistuksen pienemmäksi. Korkeassa valointensiteetissä sareptansinappi kasvatti isot lehdet, mutta kasviyksilöiden pituuserot vaihtelivat ja kasvuston yleisilme oli epätasainen.

Vihannessinapilla matalan valointensiteetin vaikutus kasvulehtien ja kasvuvarsien kokoon näkyi aluksi heikosti. Valointensiteettieroista huolimatta kaikki nuoret taimet olivat kooltaan yhtä pieniä. Vihannessinapin kasvu nopeutui valtavasti molemmissa valointensiteeteissä 23.—28.4.2021 aikana. Korkeassa valointensiteetissä vihannessinapeille kasvoi uusia kasvulehtipareja 1–2 kappaletta, mutta matalassa valointensiteetissä vain yksi

kasvulehtipari. Molemmissa valointensiteeteissä vanhat kasvulehdet suurenivat nopeasti, jopa viikonlopun aikana.

Toisen viljelysyklin alussa sareptansinapilla ja vihannessinapilla ei havaittu visuaalisesti eroja edelliseen viljelysykliin verrattuna. Koulinnan ja sitä seuranneen juurtumisvaiheen jälkeen kasvu näkyi kaikilla koekasveilla odotettua pienempänä. Värimuutoksia, fyysisiä vaurioita tai merkkejä tuholaisista ei havaittu. Erityisesti vihannessinapilla kasvulehdet jäivät todella pieniksi, ja kasvu vaikutti taantuneen 11.6. jälkeen tuntemattomasta syystä.

#### 5.4 Aistinvaraiset arvioinnit

Arviointilomakkeiden vastausten keskiarvot ja keskihajonnat on koottu erikseen (Liite 3). Keskiarvoista muodostettiin visuaaliset jakaumat tutkakuvaajiin (Kuva 7 ja Kuva 8), joissa näkyvät vastausten painottumiset näytekohtaisesti. Ensimmäisenä arviointilomakkeilla (Liite 4) kysyttiin tuoksun voimakkuutta ja viimeisenä näytteen yleisarviota. Arviointilomakkeen skaalalla korkeat pisteet tarkoittavat sitä, että tietty ominaisuus koettiin voimakkaana. Mikäli pisteitä annettiin vähemmän, ominaisuus koettiin neutraalina tai mietona. Aistinvaraisen arvioinnin ensimmäisellä kierroksella vastaajat vastasivat lähes kaikkiin kohtiin, vain kaksi vastauskohtaa jäivät vaille vastausta kahdelta osallistujalta. Sama toistui myös toisella arviointikerralla.

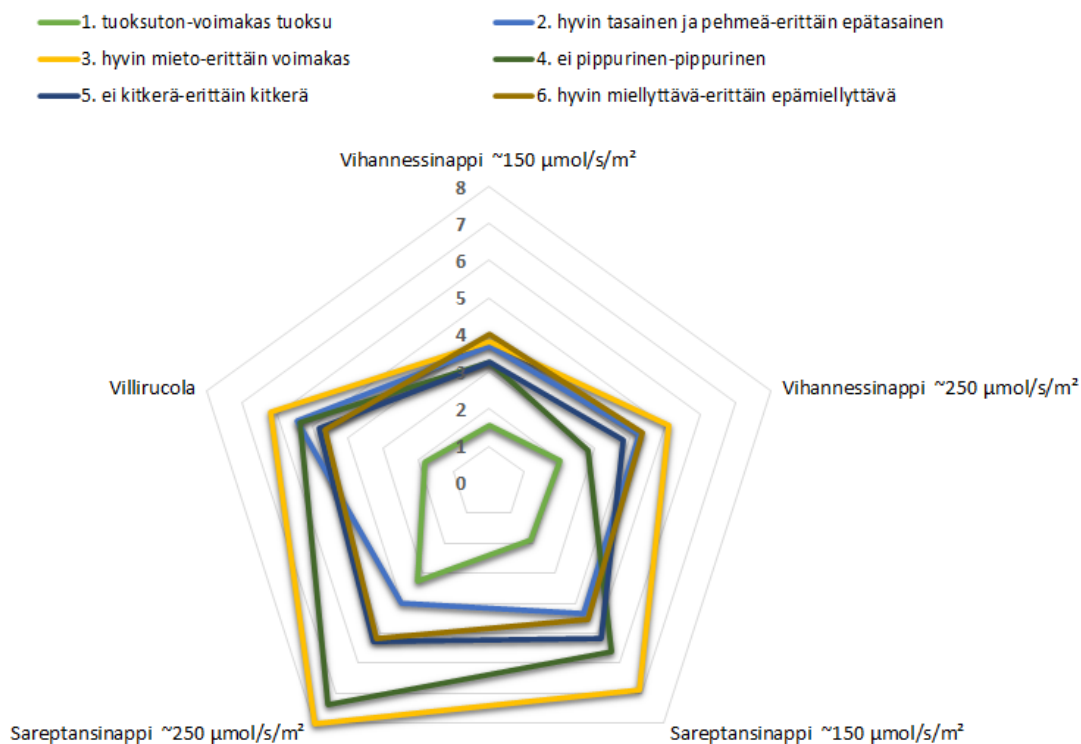
Ensimmäisen aistinvaraisen arvioinnin vastaustulokset vaihtelivat, ja moni aistittavista ominaisuuksista oli keskiarvoltaan alle tai yli 5,0 (Liite 3). Kaikista vahvimpina aistiominaisuuksina koettiin maun voimakkuus ( $8.0 \pm 1.3$ ), pippurisuus ( $7.4 \pm 1.9$ ) ja kitkeryys ( $5.3 \pm 1.9$ ) korkeassa valointensiteetissä kasvaneessa sareptansinapilla. Avoimien kommenttien perusteella sareptansinapin näytteessä havaittiin muun muassa kirpakkuutta ja tulusuutta, toisaalta poltetta ei havaittu ollenkaan tai se havaittiin viiveellä. Matalassa valointensiteetissä kasvatettu sareptansinappi lähes samat numeeriset arviot kuin korkeassa valointensiteetissä kasvanut sareptansinappi, samoin referenssinäyte villirucola.

Vihannessinapit saivat yleisesti matalat pisteet maussa ja kitkeryydessä, mutta korkeassa valointensiteetissä kasvatetussa vihannessinapissa maku oli voimakkaampi ( $5.1 \pm 1.6$ ). Vaikka suutuntuma oli hieman kovempi korkeassa valointensiteetissä kasvatetussa

vihannessinapissa, molempia luonnehdittiin vapaissa kommentteissa vetisen makuisiksi. Matalassa valointensiteetissä kasvatettu vihannessinappi sai hiukan pienemmän yleisarvosanan ( $4.0 \pm 1.8$ ) kuin korkeassa valointensiteetissä kasvatettu.

Tuoksua havaittiin näytteissä vähiten, tosin sitä esiintyi eniten korkean valointensiteetin sareptansinapilla ( $3.0 \pm 2.1$ ) ja vähän vihannessinapilla (Kuva 7). Yleisesti näytteisiin suhtauduttiin neutraalisti ( $4,5 \pm 0,4$ ), muutaman aistiominaisuuden voimakkaasta korostumisesta huolimatta.

Kuva 7. Ensimmäisen aistinvaraisen arvioinnin tulosten jakauma näytteiden kesken, jossa pystyakselilla näkyy voimakkuusasteikko (0—8, 0=alin arvo, 8=ylin arvo) ja arvioidut aistiominaisuudet arviointilomakkeen mukaisessa järjestyksessä (1–6).



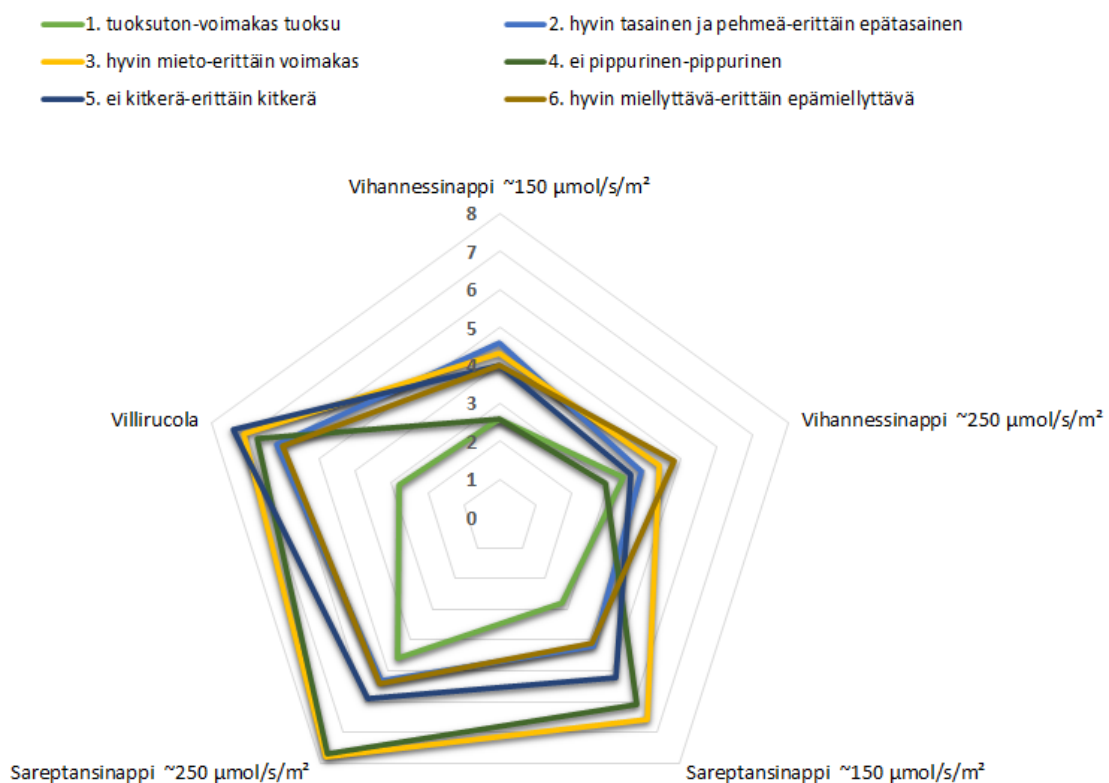
Toisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset olivat suunnilleen kuin ensimmäisellä arviointikierröksellä, mutta ominaisuuksien painotuksissa tapahtui muutoksia (Kuva 8). Vaikka maun voimakkuus ( $7.8 \pm 1,0$ ) laski hieman korkean valointensiteetin sareptansinapilla, tuoksu ( $4.6 \pm 2.1$ ) ja suutuntuma ( $5.3 \pm 1.8$ ) lisääntyivät. Ominaisuuksien voimistuminen vähensi myönteistä suhtautumista korkeassa valointensiteetissä kasvatettua sareptansinappia kohtaan, sillä negatiivinen yleisarvio nousi ( $5.2 \pm 1.9 < 5.4 \pm 1.8$ ). Matalassa

valointensiteetissä kasvatettuun sareptansinappiin suhtauduttiin neutraalimmin pippurisuuden lisääntymisestä huolimatta.

Molemmat vihannessinapit saivat lähes saman yleisarvosanan kuin ensimmäisessä aistinvaraisessa arvioinnissa, mutta korkeassa valointensiteetissä kasvatettu vihannessinappi lisäsi epäsuosiotaan ( $4.4 \pm 2.1 < 4.8 \pm 2.3$ ). Matalan valointensiteetin vihannessinapilla lisääntyi tuoksu, suutuntuma ja kitkeruus, mutta pippurisuus väheni. Tosin korkeassa kasvatetussa vihannessinapissa pippurisuus ja kitkeruus säilyivät ennallaan, mutta suutuntuma ja maun voimakkuus laskivat huomattavasti.

Kaikkiaan toisessa aistinvaraisessa arvioinnissa tuoksu ja kitkeruus lisäsivät painotustaan. Referenssinäyte villirucolaan suhtauduttiin usean ominaisuuden suhteen voimakkaasti, kuten maun voimakkuudessa, suutuntumassa ja kitkeryydessä. Kaikki näytteet koettiin keskimäärin aiempaa epämiellyttävimpinä ( $4,9 \pm 0,9$ ).

Kuva 8. Toisen aistinvaraisen arvioinnin tulosten jakauma näytteiden kesken, jossa pystyakselilla näkyy voimakkuusasteikko (0–8, 0=alin arvo, 8=ylin arvo) ja arvioidut aistiominaisuudet arviointilomakkeen mukaisessa järjestyksessä (1–6).



## 6 Tulosten tarkastelu

### 6.1 Valointensiteetin vaikutus kasvuun

Tässä tutkimuksessa sareptan- ja vihannessinapille kertyi biomassaa eniten ensimmäisellä viljelysyklillä. Se kaksinkertaistui korkeassa valointensiteetissä matalaan valointensiteettiin verrattuna, ja keskimääräinen tuorepaino lisääntyi erityisesti korkeassa valointensiteetissä kasvaneella vihannessinapilla. Korkean valointensiteetin vaikutus näkyi kuitenkin molempien sinappien lehtien koossa. Vastoin odotuksia toisen viljelysyklin lopussa tuore- ja kuivapainot romahtivat korkeassa valointensiteetissä sareptan- ja vihannessinapilla. Syy korkean valointensiteetin biomassojen romahtamiseen voi olla myös muissa kasvutekijöissä tai niiden yhteisvaikutuksessa, mutta kasvustohavaintojen perusteella vihannes- ja sareptansinapeissa ei havaittu ulkoisia muutoksia pienikasvuisuuden lisäksi.

Kasvutekijöistä valolla on suuri merkitys kasvien fotosynteesille ja kasvulle, mutta selitys on paljon laajempi ja monimutkaisempi. Valointensiteetin vähyydellä on huomattu vaikutusta esimerkiksi miniversojen kasvatuksessa kasvuvarsien pituuksiin (Samuoline ym., 2013, ss. 4 ja 7). Samuoline (2013) toteaa  $110 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  tukahduttavan versojen kasvun ja  $320\text{--}440 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  vaikuttavan kaikista suopeimmin miniversojen kasvuun ja ravintoarvoihin. Toisaalta toisessa tutkimuksessa, jossa pohditaan LED-valojen vaikutusta miniversojen kasvuun, kerrotaan korkeamman valointensiteetin lisäävän tiiviimpää kasvua (Jones-Baumgardt ym., 2019). Miniversojen kaupallisessa myynnissä tuorepainon määrällä on merkityksensä (Jones-Baumgardt ym., 2019).

Valointensiteetin lisäksi kasvien kasvuun vaikuttaa valon aallonpituus eli spektri. Eri aallonpituudet vaikuttavat vaihtelevasti kasvin solutoimintaan jopa lajiketason tasolla. Valointensiteetin vaikutusta pohtiessa on siis pidettävä mielessä myös valospektrin rooli. Tässä opinnäytetyössä sinisen spektrin osuus pidettiin samassa kahdeksassa prosentissa sekä korkeassa että matalassa valointensiteetissä.

Eräässä tutkimuksessa selvitettiin erilaisten spektriyhdistelmien vaikutusta vihannessinapin kasvuun ja laatuun  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  valointensiteetillä (Ohashi-Kaneko & ym., 2007, s. 5). Tutkimustuloksissa kerrotaan, kuinka pelkästään sininen spektri vaikutti vihannessinapin

lehtien kokoon suurentavasti tai punainen spektri versojen kuivapainoon. Tutkimusta ei tosin tehty LED-valoilla, mutta viljelyolosuhteet olivat tämän opinnäytetyön koeolosuhteiden kaltaiset: päivä/yö: 12 h ja lämpötilat +20/18 C° (Ohashi-Kaneko &ym., 2007).

Pohdittaessa syytä toisen viljelysyklin biomassojen romahtamiselle täysikasvuisilla kasveilla voidaan sulkea pois sinisen spektrin rooli lehtien pienuudessa, sillä valoasetukset pidettiin molemmissa viljelysykleissä täsmälleen samoina. Tämä koskee myös valointensiteettiä.

Romahduksen syy on siis jossain muussa kasvutekijässä tai kerrosviljelykontin tekniikassa, sillä toisen viljelysyklin alkutuotot olivat lähellä ensimmäisen viljelysyklin alkutuottoja.

Tutkimuksen kannalta toisen viljelysyklin romahdusilmiö heikentää tulosten reliabiliteettia, vaikka mittausmenetelmät vastasivat tutkimuskysymyksiin tarkoituksenmukaisesti.

Tutkimuksessa huomattiin sareptan- ja vihannessinapin kehittyvän nopeasti kerrosviljelykontissa. Vihannes- ja sareptansinappien käyttökulttuuri maailmalla perustuvat kasvien tuoreisiin lehtiin, joten tuorepainon tuotto on huomioitava erityisesti miniversokasvatusta harkittaessa. Jotta voitaisiin tutkia pidemmälle korkean valointensiteetin vaikutusta biomassan tuottoon, uuden tutkimuksen voisi järjestää esimerkiksi vihannessinapilla  $>260 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja  $>300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  valoasetuksilla, muutamalla viljelysyklillä. Tutkimukseen olisi syytä lisätä muiden kasvutekijöiden seuranta haittatekijöiden poissulkemiseksi, kuten kasvualustan happamuuden ja sähkönjohtokyvyn kontrollointia.

## 6.2 Valointensiteetin vaikutus aistinvaraisiin ominaisuuksiin

Aistinvaraisissa tuloksissa korostuivat maun voimakkuus, pippurisuus ja kitkeryys molemmissa valointensiteetissä kasvaneissa sareptansinapeissa. Kitkeryys lisääntyi erityisesti täysikasvuisilla sareptansinapeilla. Visuaalisissa havainnoissa puolestaan havaittiin sareptansinapin lehdissä karvaisuutta erityisesti täysikasvuisten yksilöiden lehdissä ja varsissa. Ominaisuutta esiintyi pelkästään sareptansinapilla, joka on selvästi tyyppillistä tässä tutkimuksessa hyödynnetylle lajikkeelle. Aistinvaraiseen arviointiin osallistuneet reagoivat voimakkaasti kitkeryyteen, ja on tutkittu, että sinigriini aiheuttaa kuluttajissa negatiivisia reaktioita (Ryhänen ym., 2001, s. 62).

Tutkittavaksi jää, onko kyseissä sareptansinapin lehtikarvoissa kyseistä sinigriiniä ja voitaisiinko kitkeryyttä välttää sareptansinapilla aikaistamalla sadonkorjuutta, vähentämällä valointensiteettiä tai jopa käsittelemällä näytteet muulla tapaa. Glukosinolaattien hajoamisesta eri käsittelytapojen yhteydessä on myös tehty tutkimuksia (Ryhänen, 2001). Maailmalla täysikasvuisia sareptansinappeja käytetään kypsennettyinä (kts. Kpl 3.1), mutta tässä yhteydessä pitää huomioida myös kulttuuriset tavat ja tottumukset arvioitaessa sareptansinapin markkinakelpoisuutta Suomessa.

Matalan valointensiteetin vihannessinappi koettiin miellyttävänä myös toisella aistinvaraisen arvioinnin kerralla. Matala valointensiteetti vihannessinapin nuoruusvaiheessa kanssa saattoi vaikuttaa suutuntuman pehmeuteen, sillä suutuntuma todettiin pehmeämmäksi kuin korkeassa valointensiteetissä kasvatetuissa vihannessinapeissa. Matalassa valointensiteetissä kasvatetuilla, nuorilla vihannessinapeilla oli myös parempi yleisarvio kuin täysikasvuisilla, korkeassa valointensiteetissä kasvaneilla vihannessinapeilla. Kaikkia vihannessinappeja valointensiteetistä riippumatta kuvailtiin vapaissa kommentteissa vetisiksi ja miedoiksi, joskin matalassa valointensiteetissä kasvatetut saivat myönteisempiä kommentteja. Korkeassa valointensiteetissä kasvaneissa vihannessinapeissa kitkeryys, suutuntuma ja maun voimakkuus jopa laskivat, mutta siitä huolimatta siihen suhtauduttiin aiempaa kielteisemmin.

Suutuntuma saattaa olla yksi selitys kielteisemmälle aistinvaraiselle kokemukselle, sillä mauttomuus ja vetisyys eivät olleet mairittelevia ominaisuuksia avoimien kommenttien perusteella. Muuan aistinvaraisessa tutkimuksessa vihannessinapin suutuntumaa kuvailtiin jopa kuivaksi (Fouladkhah ym., 2011, s. 178), mutta tutkimuksen menetelmistä puuttuvat tiedot valo-olosuhteista. Fouladkhahin tuloksia ei voida suoranaisesti verrata tähän opinnäytetyöhön, mutta siitä voidaan löytää yhtäläisyyksiä, jotka miellyttivät tämän opinnäytetyön aistinvaraisissa arvioinneissa. Näitä ovat muun muassa makeus ja mietous (Fouladkhah, 2011; Pohjanheimo, 2010, s. 64), ja vihannessinapin miellyttävyys selittynee nimenomaan maun mietoudella.

## 7 Johtopäätökset

Valointensiteettiä lisäämällä voidaan lisätä kasvien biomassaa sekä sareptansinapilla että vihannessinapilla, ja tämä vaikuttaa yhtä paljon kuivapainon määrään. Korkea valointensiteetti haittasi makua täysikasvuisilla sareptansinapeilla. Korkeassa valointensiteetissä kasvatettu sareptansinappi pitäisi korjata melko nuorena, tai sareptansinappia pitäisi viljellä matalassa valointensiteetissä. Vihannessinapilla maku oli parhaimmillaan matalassa valointensiteetissä kasvaneilla kasvuvaiheesta huolimatta. Jos sareptan- ja vihannessinappia harkitaan miniversokasvatettaviksi, valointensiteetin valinnalla on väliä maun kannalta.

## Lähteet

- Al-Chalabi, M. (2015). Vertical farming: Skyscraper sustainability? *Sustainable Cities and Society*, 18, 74–77. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.06.003>
- Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054>
- Brazaitytė, A., Viršilė, A., Samuolienė, G., Vaštakaitė-Kairienė, V., Jankauskienė, J., Miliauskienė, J., Novičkovas, A., & Duchovskis, P. (2019). Response of Mustard Microgreens to Different Wavelengths and Durations of UV-A LEDs. *Frontiers in Plant Science*, 10(October), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01153>
- Cocetta, G., Casciani, D., Bulgari, R., Musante, F., Kofton, A., Rossi, M., & Ferrante, A. (2017). Light use efficiency for vegetables production in protected and indoor environments. *European Physical Journal Plus*, 132(1). <https://doi.org/10.1140/epjp/i2017-11298-x>
- Fineli. *Villirucola*. (2021). THL. Haettu 12.9.2021 osoitteesta <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/34230>
- Flower Database. (n.d.). Haettu 31. tammikuuta 2022, osoitteesta <https://www.flower-db.com/en/flowers/brassica-rapa-var-perviridis>
- Fouladkhah, A., Bunning, M., Stone, M., Stushnoff, C., Stonaker, F., & Kendall, P. (2011). Consumer hedonic evaluation of eight fresh specialty leafy greens and their relationship to instrumental quality attributes and indicators of secondary metabolites. *Journal of Sensory Studies*, 26(3), 175–183. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00334.x>
- Fujime, Y. (2012). *Introduction to some indigenous vegetables in Japan*. *HortScience*, 47(7), 831–834. <https://doi.org/10.21273/hortsci.47.7.831>
- Hyvärinen, H. (toim.). (2001) *Kasvipäiset biomolekyylit – glukosinolaatit*. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. Jyväskylän yliopiston painatus 2001.
- Keskitalo, M. (2001) *Glukosinolaattien biokemia ja esiintymiseen vaikuttavat kasvutekijät*. Kirjallisuuskatsauksessa *Kasvipäiset biomolekyylit – glukosinolaatit*. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. Jyväskylän yliopiston painatus 2001.
- Jones-Baumgardt, C., Llewellyn, D., Ying, Q., & Zheng, Y. (2019). *Intensity of sole-source light-emitting diodes affects growth, yield, and quality of brassicaceae microgreens*. *HortScience*, 54(7), 1168–1174. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13788-18>

- Kesko. (2022) *Ruokailmiöt 2022 – K-Ruoka*. Haettu 31.1.2022 osoitteesta <https://www.k-ruoka.fi/artikkelit/vastuullisuus/ruokailmiot-2022>
- Laji.fi, *Purppurasareptansinappi*. (n.d.) Haettu 13.9.2021 osoitteesta <https://laji.fi/taxon/MX.38496>
- Lopez, R. Ph. D. (2017). *Light management in controlled environments* (First edition). Meister Media Worldwide.
- Miyazawa, M., Nishiguchi, T., & Yamafuji, C. (2005). Volatile components of the leaves of *Brassica rapa* L. var. *perviridis* Bailey. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2), 158–160. Haettu 31.1.2022 osoitteesta <https://doi.org/10.1002/ffj.1335>
- Netled. (n.d.) *Vera® Vertical Farming | Vertical Farming Technology Platform | netled.fi*. Haettu 1.2.2022 osoitteesta <https://netled.fi/vertical-farming-vera/>
- Novarbo (n.d.) *Vertical Farming - Novarbo*. Haettu 1.2.2022 osoitteesta <https://www.novarbo.fi/fi/kasvihuoneteknologia/vertical-farming.html>
- Ohashi-Kaneko, K., Takase, M., Kon, N., Fujiwara, K., & Kurata, K. (2007). *Effect of Light Quality on Growth and Vegetable Quality in Leaf Lettuce, Spinach and Komatsuna*. *Environment Control in Biology*, 45(3), 189–198. <https://doi.org/10.2525/ecb.45.189>
- Palada, M. C., & Crossman, S. M. A. (1999). Evaluation of tropical leaf vegetables in the Virgin Islands. *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, 388–393. Haettu 31.1.2022 osoitteesta <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/pdf/v4-388.pdf>
- Paradiso, R., & Proietti, S. (2021). Light-Quality Manipulation to Control Plant Growth and Photomorphogenesis in Greenhouse Horticulture: The State of the Art and the Opportunities of Modern LED Systems. Teoksessa *Journal of Plant Growth Regulation* (Numero 0123456789). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y>
- Pohjanheimo, T. (2010). *Sensory and Non-Sensory Factors Behind the Liking and Choice of Healthy Food Products*. University of Turku. Haettu 31.1.2022 osoitteesta <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/52480/Pohjanheimo2009.pdf?sequence=1>
- Porvali, V., Lindedahl, K., Laine, P., (n.d.) *Vertikaaliviljely kehittyy - Kehittyvä Elintarvike*. Haettu 1.2.2022 osoitteesta <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/toimialat/alkutuotanto/vertikaaliviljely-kehittyy/>

- Rahman, M., Khatun, A., Liu, L., & Barkla, B. J. (2018). *Brassicaceae mustards: Traditional and agronomic uses in Australia and New Zealand*. Teoksessa *Molecules* (Vsk. 23, Numero 1).
- Ryhänen, E-L., Tolonen, M., Taipale, M., (2001). *Glukosinolaatit ja niiden hajoamistuotteet elintarvikkeissa*. Kirjallisuuskatsauksessa *Kasviperäiset biomolekyylit – glukosinolaatit*. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. Jyväskylän yliopiston painatus 2001.
- Samuoliene, G., Brazaityte, A., Jankauskiene, J., Viršile, A., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Sakalauskiene, S., Sakalauskaite, J., & Duchovskis, P. (2013). *LED irradiance level affects growth and nutritional quality of Brassica microgreens*. *Central European Journal of Biology*, 8(12), 1241–1249. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0246-1>
- Welbaum, G. E. (2015). Family Brassicaceae. Teoksessa *Vegetable production and practices* (luku 16). CAB International.
- Wieczorek, M. N., Walczak, M., Skrzypczak-Zielińska, M., & Jeleń, H. H. (2018). Bitter taste of Brassica vegetables: The role of genetic factors, receptors, isothiocyanates, glucosinolates, and flavor context. Teoksessa *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vsk. 58, Numero 18, ss. 3130–3140). <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1353478>
- Wong, C. E., Teo, Z. W. N., Shen, L., & Yu, H. (2020). Seeing the lights for leafy greens in indoor vertical farming. Teoksessa *Trends in Food Science and Technology* (Vsk. 106, ss. 48–63). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.031>
- Xiao, Z., Lester, G. E., Park, E., Saftner, R. A., Luo, Y., & Wang, Q. (2015). Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.021>

**Liite 1: Viljelyhyllykohtaiset valointensiteettilukemat**

Hylly	Lukema 1	Lukema 2	Valo-ohjelman numero
1	138,3	145,7	2
2	247	241,4	5
3	257,9	254,2	5
4	262,6	269,6	5
5	140,6	138,3	2
6	122,9	130,8	2

**Liite 2: Aistivaraisten arviointien arvotut näytekoodit****a) Ensimmäisen aistinvaraisen arvioinnin arvotut näytekoodit**

Koodi	Laji	Valointensiteetti
A	sareptansinappi	korkea
B	vihannessinappi	matala
C	sareptansinappi	matala
D	vihannessinappi	korkea
E	villirucola	referenssi

**b) Toisen aistinvaraisen arvioinnin arvotut näytekoodit**

Koodi	Laji	Valointensiteetti
A	vihannessinappi	matala
B	sareptansinappi	matala
C	sareptansinappi	korkea
D	villirucola	referenssi
E	vihannessinappi	korkea

**Liite 3: Aistinvaraisten arviointien keskiarvot ja -hajonnat**

**Ensimmäisen arviointikierroksen keskiarvot- ja hajonnat vihannessinapin (VIH) ja sareptansinapin (SAR) tuloksista, jotka kasvatettiin matalassa (~140  $\mu\text{mol/s/m}^2$ ) ja korkeassa (~260  $\mu\text{mol/s/m}^2$ ) valointensiteetissä. Lisänä referenssinäyte villirucolan arvioinnit.**

Kysymys / Näyte	VIH ~140 $\mu\text{mol/s/m}^2$	VIH ~260 $\mu\text{mol/s/m}^2$	SAR ~140 $\mu\text{mol/s/m}^2$	SAR ~260 $\mu\text{mol/s/m}^2$	Villirucola
Tuoksu	1.5 ± 1.2	2.0 ± 1.7	1.9 ± 1.4	3.0 ± 2.1	1.8 ± 2.0
Suutuntuma	3.7 ± 2.1	4.3 ± 1.8	4.4 ± 1.5	4.0 ± 1.6	5.5 ± 1.9
Mietous	3.8 ± 2.5	5.1 ± 1.6	6.9 ± 2.0	8.0 ± 1.3	6.2 ± 2.2
Pippurisuus	3.3 ± 2.9	2.8 ± 1.7	5.6 ± 2.0	7.4 ± 1.9	5.4 ± 2.9
Kitkeryys	3.3 ± 2.8	3.8 ± 1.5	5.2 ± 1.5	5.3 ± 1.9	4.8 ± 2.6
Yleisarvio	4.0 ± 1.8	4.4 ± 2.1	4.5 ± 1.7	5.2 ± 1.9	4.6 ± 1.6

**Toisen arviointikierroksen keskiarvot- ja hajonnat vihannessinapin (VIH) ja sareptansinapin (SAR) tuloksista, jotka kasvatettiin matalassa (~140  $\mu\text{mol/s/m}^2$ ) ja korkeassa (~260  $\mu\text{mol/s/m}^2$ ) valointensiteetissä. Lisänä referenssinäyte villirucolan arvioinnit.**

Kysymys / Näyte	VIH ~140 $\mu\text{mol/s/m}^2$	VIH ~260 $\mu\text{mol/s/m}^2$	SAR ~140 $\mu\text{mol/s/m}^2$	SAR ~260 $\mu\text{mol/s/m}^2$	Villirucola
Tuoksu	2.6 ± 2.2	3.4 ± 2.1	2.8 ± 1.9	4.6 ± 2.1	2.8 ± 1.8
Suutuntuma	4.6 ± 1.9	3.9 ± 1.8	4.2 ± 2.3	5.3 ± 1.8	6.2 ± 1.2
Mietous	4.3 ± 1.9	4.4 ± 1.8	6.6 ± 1.5	7.8 ± 1.0	7.1 ± 1.2
Pippurisuus	2.6 ± 2.1	2.9 ± 1.7	6.1 ± 2.8	7.7 ± 1.3	6.7 ± 1.8
Kitkeryys	4.0 ± 2.6	3.6 ± 2.6	5.2 ± 1.7	5.9 ± 2.1	7.4 ± 1.3
Yleisarvio	4.0 ± 2.0	4.8 ± 2.3	4.1 ± 1.8	5.4 ± 1.8	6.0 ± 1.1

## Liite 4. Aistinvaraisen arvioinnin kyselylomake

### AISTINVARAINEN ARVIOINTI

(päivämäärä)

laatinut Miia Tuori HOPUM18 osana opinnäytetyötään

#### **Arvoisa osallistuja, tervetuloa vapaaehtoiseen arviointitilaisuuteen!**

Tapahtumaan osallistuminen on täysin vapaaehtoista, eikä sido osallistujaa suorittamaan sitä loppuun.

#### **YLEISOHJEITA:**

- kuuntele alustavat järjestäjän ohjeistukset ja
- aloita testi vasta kun koejärjestäjä antaa luvan
- voit hakea lisää vettä, lusikoita tai maissinaksuja tarpeen mukaan, mikäli ne loppuvat
- kun olet valmis, vie oman paikkasi näyteastiat ym. roskikseen
- palauta arviointilomakenippu koejärjestäjälle

#### **OHJE NÄYTTEIDEN MAISTELUUN JA ARVIOINTIIN:**

- aloita näytteiden arviointi vasemmalta oikealle, älä poikkea järjestyksestä
- aloita aistinvarainen arviointi tuoksusta avattuasi näytepurkin kannen
- makujen neutraloimiseksi pureskele vähintään 1-2 maissilastua ja purskuttele suu huolellisesti vedellä näytteiden maistelujen välissä
- pureskele näytettä vähintään 5 kertaa
- täytä purkin koodia vastaava sivu arviointilomakenipusta. Koodi näkyy jokaisen sivun vasemmassa ylänurkassa
- voit niellä näytteen tai sylkäistä sen tyhjään kertakäyttöastiaan
- toista edellä mainitut vaiheet jokaisen näytteen kohdalla

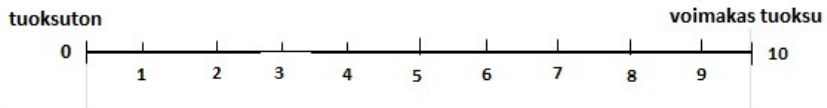
**! KIITOS OSALLISTUMISESTASI !**



Ympyröi havaintoasi vastaava numero.

Ympyröi vain yksi numero.

**TUOKSU**



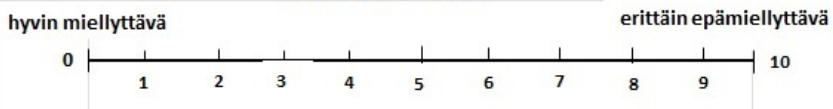
**SUUTUNTUMA**



**MAUT**



**NÄYTTEEN YLEISARVIO**



**MUITA KOMMENTTEJA; kuvaa mieluiten adjektivein (voit jatkaa paperin tyhjälle puolelle)**

---



---



---



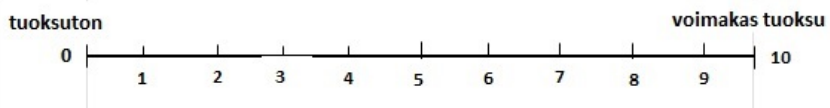
---



Ympyröi havaintoasi vastaava numero.

Ympyröi vain yksi numero.

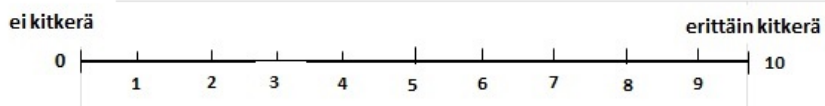
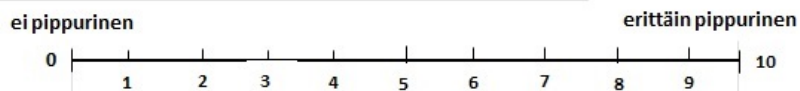
### TUOKSU



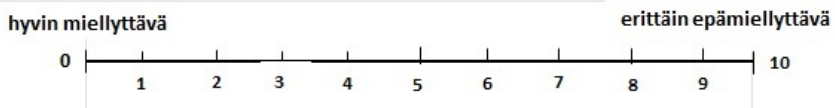
### SUUTUNTUMA



### MAUT



### NÄYTTEEN YLEISARVIO



**MUITA KOMMENTTEJA; kuvaa mieluiten adjektiivein (voit jatkaa paperin tyhjälle puolelle)**

---



---



---



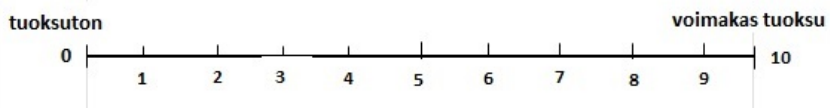
---



Ympyröi havaintoasi vastaava numero.

Ympyröi vain yksi numero.

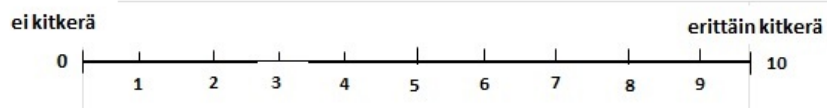
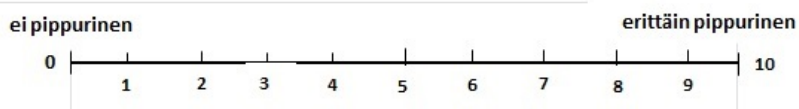
**TUOKSU**



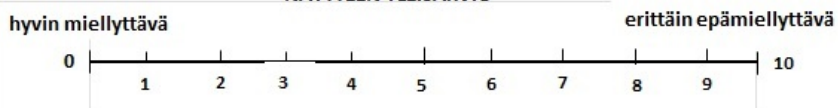
**SUUTUNTUMA**



**MAUT**



**NÄYTTEEN YLEISARVIO**



**MUITA KOMMENTTEJA; kuvaa mieluiten adjektiivein (voit jatkaa paperin tyhjälle puolelle)**

---



---



---



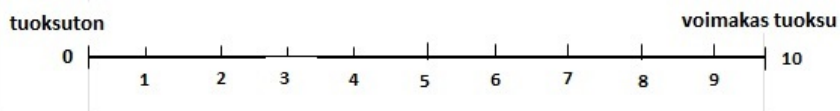
---



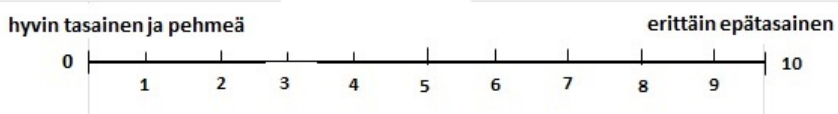
Ympyröi havaintoasi vastaava numero.

Ympyröi vain yksi numero.

**TUOKSU**



**SUUTUNTUMA**



**MAUT**



**NÄYTTEEN YLEISARVIO**



**MUITA KOMMENTTEJA; kuvaa mieluiten adjektiivein (voit jatkaa paperin tyhjälle puolelle)**

---



---



---



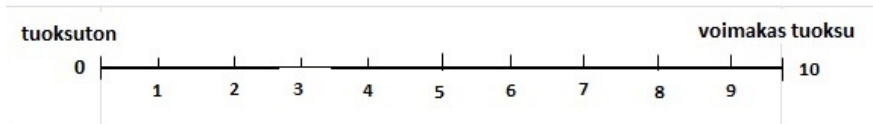
---



Ympyröi havaintoasi vastaava numero.

Ympyröi vain yksi numero.

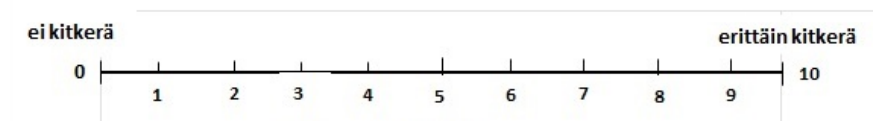
**TUOKSU**



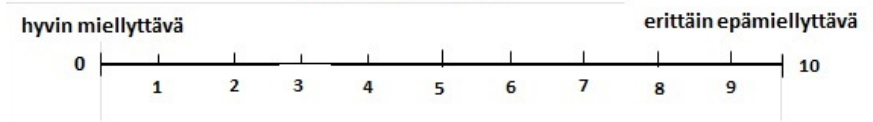
**SUUTUNTUMA**



**MAUT**



**NÄYTTEEN YLEISARVIO**



**MUITA KOMMENTTEJA; kuvaa mieluiten adjektiivein (voit jatkaa paperin tyhjälle puolelle)**

---



---



---



---