

**VALON INTENSITEETIN JA VALON SPEKTRIN VAIKUTUS  
KOKONAISFENOLISAANTOON PARAKRASSIN KERROSVILJELYSSÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka, Hämeenlinna

Kevät 2021

Satu Tiainen

---

Tekijä	Satu Tiainen	Vuosi 2021
Työn nimi	Valon intensiteetin ja valon spektrin vaikutus kokonaisfenolisaantoon parakrassin kerrosviljelyssä	
Ohjaajat	Ulla Moilanen, Marika Tossavainen	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön kirjallisuusosuuden tilaajana oli HAMK Bio tutkimusyksikkö. Kasvien sisältämien bioaktiivisten yhdisteiden pitoisuuksien säätelystä tarvitaan lisää tietoa, kun halutaan kaupallistaa uusia kerrosviljelyyn soveltuvia hyötykasveja tai niistä jalostettuja tuotteita. Opinnäytetyön kokeellisen osuuden tavoitteena oli tutkia valon intensiteetin ja sinisen valon lisäyksen vaikutusta parakrassin, *Acmella oleracea*, kokonaisfenolipitoisuuteen, biomassantuottoon ja kokonaisfenolisaantoon.

Parakrassia altistettiin erilaisille valokäsittelyille kerrosviljelykontissa. Tulosten perusteella valon intensiteettiä nostamalla saavutettiin 46 % korkeampi parakrassin biomassantuotto, mutta kokonaisfenolipitoisuuteen valon intensiteetin nostolla ei ollut vaikutusta. Sinisen valon lisäyksellä taas ei ollut vaikutusta parakrassin biomassantuottoon, mutta sinistä valoa lisäämällä saavutettiin hetkeksi 15 % korkeampi kokonaisfenolipitoisuus. Kasvatuksen loppuvaiheessa pitkän valokäsittelyjakson jälkeen ei valokäsittelyjen välisiä eroja kokonaisfenolipitoisuudessa kuitenkaan enää havaittu.

Valokäsittelyn kestolla, LED-valojen spektrillä, valon intensiteetillä ja valokäsittelyn ajoituksella voidaan vaikuttaa siihen, tuotetaanko runsaasti kasvimassaa vai korkea tietyn bioaktiivisen yhdisteen pitoisuus. Kun valokäsittelyt optimoidaan, on hyötykasvien tuotanto kerrosviljelyssä taloudellisesti kannattavampaa ja ekologisesti kestävämpää.

Avainsanat Valon intensiteetti, sininen valo, kokonaisfenolipitoisuus, valokäsittely, kerrosviljely, parakrassi

Sivut 97 sivua ja liite 1 sivu

---

Author Satu Tiainen

Year 2021

Subject Effect of Photosynthetic Photon Flux Density and Light Spectrum on the Total Phenolic Content of Paracress in Vertical Farming

Supervisors Ulla Moilanen, Marika Tossavainen

---

## ABSTRACT

The theoretical part of this thesis was commissioned by HAMK Bio Research Unit. To commercialize novel and useful plants suitable for vertical farming or products derived by them, the knowledge of increasing the content of bioactive compounds in plants is required. In the experimental part of the thesis, the aim was to study the impact of PPFD (photosynthetic photon flux density) and blue light on the biomass yield and TPC (total phenolic content) of paracress, *Acmella oleracea*.

Experiments were conducted in a container farm, where paracress was exposed to the light treatments. According to the results, the biomass yield improved by 46% by increasing the PPFD but the increased PPFD did not have any effect on TPC. Moreover, additional blue light did not have any influence on the biomass yield, but TPC improved momentarily by 15%. However, a longer exposure to the light treatments did not result in significant differences in TPC between the light treatments when observed in the final stages of the cultivation.

In conclusion, it is possible to control either high biomass yield or high content of a certain bioactive compound production by regulating the timing and the length of the light treatment and with the spectrum of the LED-light and PPFD. The optimization of the light treatments in vertical farming increases the profitability and sustainability of the production of the useful plants.

Keywords Photosynthetic photon flux density, blue light, total phenolic content, light treatment, vertical farming, paracress

Pages 97 pages and appendix 1 page

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Tutkimuskysymykset .....	2
3	Kerrosviljely .....	2
3.1	Kerrosviljely Aasiassa ja Yhdysvalloissa .....	4
3.2	Kerrosviljely Euroopassa .....	6
3.3	Kerrosviljely Suomessa.....	8
3.4	Kerrosviljelyyn soveltuvien viljelykasvien ominaisuudet.....	10
4	Yrttien ja salaattien ravitsemuksellisesti tärkeät yhdisteet .....	11
4.1	Fenoliset yhdisteet.....	13
4.2	Terpeenit .....	14
4.3	Alkaloidit ja muut tyypeä sisältävät yhdisteet.....	15
4.4	Yhdisteiden pitoisuuksien lisäämismahdollisuudet kerrosviljelyssä .....	16
4.4.1	Ravinteet .....	16
4.4.2	Elisitorit .....	17
4.4.3	Lämpötila.....	17
4.4.4	Kuivuus .....	18
4.4.5	Valo.....	19
5	Suomessa alihyödynnetyt kerrosviljelyyn soveltuvat hyötykasvit.....	21
5.1	Vihannessinappi <i>Brassica rapa</i> L. var. <i>perviridis</i> .....	22
5.2	Pikkuluppio <i>Sanguisorba minor</i> .....	23
5.3	Jääruoho <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> .....	24
5.4	Sareptansinappi <i>Brassica juncea</i> .....	24
5.5	Kirjorevonhätä <i>Amaranthus tricolor</i> .....	26
5.6	Japaninyrttiputki <i>Cryptotaenia japonica</i> .....	27
5.7	Litulaukka <i>Alliaria petiolata</i> .....	28
5.8	Kesäkynteli <i>Satureja hortensis</i> .....	28
5.9	Salaattikleitonia <i>Claytonia perfoliata</i> .....	30
5.10	Liuskaratamo <i>Plantago coronopus</i> .....	31
5.11	Peltokanankaali <i>Barbarea vulgaris</i> .....	31
5.12	Tarkasteltujen kasvien terveysväittämät ja bioaktiiviset yhdisteet .....	32
6	Kerrosviljely- ja jatkotutkimuksien kannalta kiinnostavimmat kasvit.....	35
6.1	Vihannesportulakka <i>Portulaca oleracea</i> .....	36
6.1.1	Esiintyvyys .....	36

6.1.2	Kansanlääkintä ja lääkinnälliset vaikutukset.....	36
6.1.3	Bioaktiiviset yhdisteet .....	37
6.1.4	Kylvö ja kasvatus .....	38
6.2	Veripeippi <i>Perilla frutescens</i> .....	38
6.2.1	Kansanlääkintä ja perinteinen elintarvikekäyttö .....	39
6.2.2	Lääkinnälliset vaikutukset ja bioaktiiviset yhdisteet.....	39
6.2.3	Bioaktiivisten yhdisteiden lisäämismahdollisuuksia veripeipissä .....	41
6.2.4	Kylvö ja kasvatus .....	42
6.3	Parakrassi <i>Acmella oleracea</i> .....	42
6.3.1	Käyttö kosmetiikassa.....	42
6.3.2	Lääkinnällinen käyttö ja bioaktiiviset yhdisteet.....	43
6.3.3	Spilantoli ja alkamidit .....	45
6.3.4	Bioaktiivisten yhdisteiden lisäämismahdollisuuksia parakrassissa....	45
6.3.5	Kylvö ja kasvatus .....	46
7	Lainsäädännölliset kysymykset .....	47
7.1	Keinoja uusielintarvikestatuksen selvittämiseksi .....	48
7.2	Uuselintarvikelupa .....	52
7.3	Vihannesportulakka .....	52
7.4	Veripeippi.....	53
7.5	Parakrassi .....	54
8	Materiaalit ja menetelmät .....	56
8.1	Kasvatus ja valokäsittely.....	56
8.2	Analyysit.....	61
8.2.1	Ulkoasu ja kasvu.....	61
8.2.2	Kokonaisfenolianalyysi .....	61
8.3	Tilastolliset analyysit .....	63
9	Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	64
9.1	Ulkoasu ja kasvu.....	65
9.2	Kokonaisfenolipitoisuus .....	67
9.3	Kokonaisfenolisaanto.....	69
10	Johtopäätökset ja pohdinta.....	71
	Lähteet.....	77

## **Liitteet**

Liite 1 Tarkasteltujen hyötykasvien ominaisuuksia taulukoituna

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön kirjallisuusosuuden (luvut 2–6) tilaajana oli HAMK Bio tutkimusyksikkö. Opinnäytetyön kirjallisuusosuus on tehty osana Maiju ja Yrjö Rikalan säätiön rahoittamaa VETREÄ-hanketta (Terveyttä ja uutta liiketoimintaa puutarhakasveista vertikaaliviljelyllä), jonka tavoitteena on kehittää puutarha-alan liiketoimintamahdollisuuksia kaupalliseen kerrosviljelyyn soveltuvien alihyödynnettyjen terveysvaikutteisten hyötykasvien avulla.

Kirjallisuusosuudessa perehdytään kerrosviljely-käsitteeseen ja tarkastellaan kerrosviljelyn tilannetta maailmalla ja Suomessa. Kirjallisuusosuudessa perehdytään hyötykasveihin, joita on mahdollista kasvattaa kerrosviljelytekniikalla ja jotka eivät tällä hetkellä tietävästi ole laajasti Suomessa kaupallisesti hyödynnettyjä. Tarkastelussa keskitytään ruukkuviljelyyn soveltuviin salaattivihanneksiin ja yrtteihin, joissa on todettu olevan runsaasti terveysvaikutteisia bioaktiivisia yhdisteitä, joita kasvit muodostavat sekundäärimetaboliensa tuotoksena ja joiden tuottoa mahdollisesti pystytään tehostamaan kerrosviljelytekniisin keinoin. Lisäksi perehdytään kasvien merkittävimpiin bioaktiivisiin yhdisteisiin ja niiden muodostumista aiheuttaviin seikkoihin.

Tarkasteltuihin kasveihin liitetyt terveysväittämät, bioaktiiviset yhdisteet ja mahdolliset tunnistetut haittavaikutukset selvitetään. Lisäksi selvitetään kunkin kasvin tyypillinen käyttötapa, mahdollinen sallittu käyttö ravintolisänä tai rohdoksena sekä maku.

Uusia hyötykasveja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon lainsäädännölliset seikat, jotka koskevat elintarvikkeiksi tai ravintolisiksi tarkoitettujen hyötykasvien kaupallista käyttöä. Lainsäädännöllisiä seikkoja tarkastellaan kirjallisuusosuudessa yleisesti sekä tilaajan toiveesta erityisesti kolmen kasvin osalta, joiden on arvioitu olevan kiinnostavimpia uusia kerrosviljelyssä hyödyntämiskelpoisia kasveja.

Tavoitteena on kartoittaa uudenlaisia korkeamman arvon hyötykasveja, joita voitaisiin tutkia lisää ja joiden kasvattamisesta ja jatkojalostamisesta saattaisi muodostua uudenlaista liiketoimintaa puutarha-alan yrittäjille.

## 2 Tutkimuskysymykset

1. Mitä alihyödynnettyjä terveysvaikutteisia kasveja kannattaisi valita Suomessa jatkotutkimuksiin ja miksi?
2. Saavutetaanko kerrosviljelyssä sinistä valoa lisäämällä tai valon intensiteettiä nostamalla korkeampi parakrassin kokonaisfenolisaanto?
3. Saavutetaanko kerrosviljelyssä sinistä valoa lisäämällä tai valon intensiteettiä nostamalla korkeampi parakrassin biomassantuotto?

Kirjallisuusosuuden avulla vastattiin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Tällöin valittiin tilaajan toiveesta tarkempaan tarkasteluun kolme kiinnostavinta kasvia, jotka perustellusti soveltuvat kerrosviljely- ja jatkotutkimuksiin.

Edellä mainituista kolmesta kiinnostavimmista kasveista valittiin yksi kasvi (parakrassi), jota kasvatettiin opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa (luvut 7–9) jatkotutkimuksia varten. Kasvatuksessa toteutettiin neljä valokäsittelyä, joissa muuttujina olivat valon intensiteetti, sinisen valon osuus spektrissä sekä valokäsittelyn kesto. Tällöin saatiin vastaukset toiseen ja kolmanteen tutkimuskysymykseen.

## 3 Kerrosviljely

Kerros- eli vertikaaliviljelytekniikka on viljelymenetelmä, jossa viljely toteutetaan suljetussa tilassa useassa päällekkäisessä matalassa, esimerkiksi 50 cm:n korkuisessa, kerroksessa. Kerrosviljely sopii parhaiten nopea- ja matalakasvuisille salaatti-, yrtti- ja versotyyppisille kasveille. Tällöin satoa saadaan monin verroin enemmän kuin vastaavalla lattiapinta-alalla kasvihuoneessa, koska tila hyödynnetään lattiasta kattoon ja viljely tapahtuu useassa päällekkäisessä kerroksessa. Kerrosviljely ei korvaa perinteistä kasvihuoneviljelyä, mutta tarjoaa uudenlaisia markkinoita ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Kasvihuoneviljely kuluttaa huomattavan määrän energiaa ja vettä, mikä osaltaan kuormittaa ympäristöä. Kerrosviljelyllä on kuitenkin mahdollista saavuttaa huomattavia ympäristösäästöjä verrattuna perinteiseen kasvihuoneviljelyyn. Suomessa kerrosviljelyssä energian kulutuksessa säästöä voidaan saada noin 50 % ja veden kulutuksessa 60–80 % verrattuna tavanomaiseen kasvihuonetuotantoon (TEM, 2018).



Viljeltävien kasvien valonlähteenä käytetään esimerkiksi fluoresoivia valaisimia tai yhä enenevässä määrin LED-valaisimia. Joissakin kerrosviljelylaitoksissa hyödynnetään myös auringon valoa ylimmässä kerroksessa. Ihannetilanteessa kullekin kerrokselle kyetään säätämään halutunlainen, kullekin kasville suotuisa valaistus. Kerrosviljelytilassa tehdään automaattiset kasvilajikohtaiset säädöt muun muassa päivän pituudelle ja kastelun ja lannoituksen määrälle. Kastelujärjestelmässä ylimääräinen kasveilta hyödyntämättä jäänyt vesi otetaan talteen ja samaa vettä käytetään seuraavassa kastelussa. Suljettu kasvuympäristö mahdollistaa myös hiilidioksidin säädön ja torjunta-aineettoman viljelyn. Suljetussa kerrosviljelytilassa on tuuletuslaitteisto sekä tarvittaessa jäähdytys- tai lämmitysominaisuus. Energian käytöstä 70–80 % kuluu kerrosviljelytilan valaisemiseen ja 20–30 % kuluu tuuletukseen, jäähdytykseen ja pumppuihin. (Kozai & Niu, 2020a, ss. 3–5)

Suomessa kuluttajat haluavat talvellakin ostaa tuoreita kotimaisia salaattivihanneksia ja yrttejä, joten viljelyyn tulee kehittää energiatehokkaita ratkaisuja pimeään ja kylmän talven vuoksi. Eristetyssä kerrosviljelytilassa valaisimien tuottama lämpö yleensä riittää kasveille lämmönlähteeksi.

Maailmalla kerrosviljelyä on toteutettu erityisesti Japanin ja muun Aasian suurissa kaupungeissa, joissa rakentamis- ja väestötiheyden vuoksi ei ole mahdollista käyttää suurta pinta-alaa viljelyyn. Väestönkasvun myötä yhä suurempi osa väestöstä asuu kaupungeissa, joissa viljelymaata on rajallisesti käytettävissä. Kerrosviljelyssä on mahdollista hyödyntää kattoja, maanalaisia tiloja, hylättyjä tehdasrakennuksia ja käyttää tehokkaasti maapinta-alaa. Kerrosviljely ei ole riippuvainen maan laadusta, rajallisista vesivaroista tai auringonvalosta. Suljettu kasvatusympäristö ei myöskään kärsi sään epävakaudesta tai ilmansaasteista, eikä ulkopuolisella ilmastolla ole vaikutusta suljetun kasvatuksen satoon. Tuotantoa voidaan toteuttaa ympäri vuoden, eikä tuotanto ole riippuvainen satokaudesta. Kerrosviljelyssä tuotto saattaa olla peräti satakertainen verrattuna heikolla maaperällä tapahtuvaan viljelyyn. Kerrosviljelyillä vihannestuotteilla on pidempi hyllyikä, koska tuotteissa on suljetun ympäristön vuoksi vähemmän haitallisia mikrobeja kuin tavanomaisesti viljellyissä tuotteissa. Suurkaupungeissa ruuantuotantopaikat ovat usein kaukana ruuan kuluttajista, joten kerrosviljely vähentää kuljetusmatkoja, koska kerrosviljelytiloja voidaan asentaa keskelle suurkaupunkia, missä kuluttajatkin ovat. (Kozai & Niu, 2020a, ss. 3–5)

Euroopassa kerrosviljelystä käytetään nimeä vertical farming, kun taas Aasiassa kerrosviljelystä käytetään nimeä plant factory tai plant factory with artificial light (PFAL) eli keinovalolla toimiva kasvitehdas. Eurooppalaisten mielestä farmi kuulostaa luonnonläheisemmältä käsitteeltä kuin tehdas, josta välittyy teknologiaa korostava vaikutelma. Käsitteistön kirjavuuden vuoksi täsmennettäköön, että Euroopassa on suuria automatisoituja kerrosviljelylaitoksia (PFAL), konteissa toimivia kerrosviljelylaitoksia (container farm), pienempiä vähittäismyymälöiden sisällä toimivia kerrosviljelylaitoksia (in-store farm) sekä vielä pienempiä kotitalouksissa käytettäviä kerrosviljelykasvattamoita (appliance farm). (Butturini & Marcelis, 2020, ss. 77–78)

### **3.1 Kerrosviljely Aasiassa ja Yhdysvalloissa**

Kerrotaan, että kerrosviljely on saanut alkunsa ekologi sekä mikrobiologian ja ympäristöterveyden emeritusprofessori Dickson Despommier'n ajatuksesta vuonna 1999. Kymmenen vuotta myöhemmin julkaistiin aihetta käsittelevä teos, jonka jälkeen vertikaaliviljelyn prototyyppejä rakennettiin Etelä-Koreaan, Japaniin, Singaporeen ja Yhdysvaltojen Chicagoon. (Columbia University, 2020)

Japanissa on ollut keinovalolla toteutettuja kerrosviljelmiä jo 1980-luvulla. LED-valaistuksen käyttö alkoi vähitellen yleistymään vuodesta 2005, mutta vasta kymmenen vuotta tästä LED-valaistus otettiin laajemmin käyttöön. Japanissa kaupallisten kerrosviljelylaitosten määrä on yli viisinkertaistunut ajanjaksolla vuodesta 2009 vuoteen 2017, jolloin kaupallisia laitoksia oli jo 186 kappaletta. Japanin laitokset ovat suuria, kuten vuonna 2018 rakennettu Kioton laitos, jossa pystytään tuottamaan 30 000 salaattikerää vuorokaudessa. Japanissa kerrosviljelylaitoksiin liittyvän kaupan arvo arvellaan olevan noin puoli miljardia euroa vuonna 2021. Japanin valtio on rahoittanut vuonna 2014 päättynyttä viisivuotista kerrosviljelytutkimusta 130 miljoonalla eurolla. (Kozai, 2020, ss. 36–38)

Taiwanissa vuonna 2018 kerrosviljelylaitoksia oli 134 ja niiden määrä oli kaksinkertaistunut viiden edellisen vuoden aikana. Valtio tukee rahallisesti tutkimuskeskuksien ja yliopistojen rakennuttamia kerrosviljelylaitoksia. Suurin kerrosviljelylaitos Taiwanissa on lattiapinta-alaltaan 5 000 m<sup>2</sup>. Siellä tuotetaan 2,5 tonnia vihreitä lehtivihanneksia vuorokaudessa, mutta puolet Taiwanin laitoksista on kuitenkin verrattain pieniä, jotka tuottavat alle 300 kasvia

vuorokaudessa. Taiwanissa pieniin kerrosviljelylaitoksiin liittyy monenlaisia liiketoimintamalleja, kuten ravintoloiden ja yritysten osakkuuksia ja yksityishenkilöiden verkkojäsenyyksiä vihreitä vihanneksia tuottaviin laitoksiin. (Fang, 2020, ss. 39–50)

Etelä-Koreassa kerrosviljelyä toteutettiin alusta alkaen suurimmaksi osaksi LED-valoilla vuodesta 2009 alkaen. Tällöin valtio alkoi tukemaan LED-teknoologiaan perustuvan kerrosviljelyn tutkimusta, jota toteutetaan mm. useissa tutkimuskeskuksissa ja yliopistoissa. Koreassa vuotuinen kerrosviljelyyn liittyvän kaupan arvon arvioidaan olevan noin puoli miljardia euroa. (Chun, 2020, ss. 51–54)

Kiinassa kerrosviljely alkoi vuonna 2002 valtion tukemana hydroponisena viljelynä, jossa ei käytetä multaa alustana. Suurin osa kerrosviljelylaitoksista sijaitsee itärannikon miljoonakaupunkien yhteydessä. Tällä hetkellä kerrosviljelylaitoksia arvioidaan olevan yli 200 ja määrä on kasvussa. Viime vuosina Kiinan valtio on tukenut voimakkaasti muun muassa LED-teknoLOGIAN ja älykkään teknoLOGIAN tutkimusta kerrosviljelyssä. Mukana tutkimuksissa on 24 yliopistoa tai yritystä. Kiinalla on tutkimusprojekteissa yhteistyötä Romanian kanssa, jonne on suunnitteilla kerrosviljelyn avainteknoLOGIAAN liittyvä demopuisto. Kiinassa on keskitytty lähinnä kerrosviljelytekniikan tutkimukseen suurissa tutkimuslaitoksissa. Pekingissä esimerkiksi on lattiapinta-alaltaan neljän hehtaarin kokoinen esittelykeskus, joka on jaettu seitsemään halliin, joissa esitellään uutta kerrosviljelytekniikkaa sekä uusia kasvatukseen menetelmiä kaupunkiolosuhteisiin, kotitalouksiin ja toimistokäyttöön. Uudessa kolmikerroksisessa kerrosviljelylaitoksessa keinovalolla kasvatetaan alhaalla sieniä, keskellä lehtivihanneksia ja ylhäällä luonnon valossa hedelmiä. Sichuanin provinssiin vuonna 2016 rakennetussa tutkimuskeskuksessa rakennusala on 19 hehtaaria, josta muodostuu tutkimuskäyttöön tarkoitettua koealaa 200 hehtaaria. Tutkimuksissa kehitetty kerrosviljelyteknoLOGIA on nyt Kiinan vientituote. (Tong & Yang, 2020, ss. 55–57)

Yhdysvalloissa käytettiin avoimissa sisätiloissa keinovaloilla viljelyä jo 1980-luvulla. 2000-luvun alussa kerrosviljelylaitoksia käytettiin lääketieteellisten tarkoituksien vuoksi, jolloin laitoksissa tuotettiin antigeenejä ja vasta-aineita geenimanipuloitujen kasvien avulla. Kerrosviljelylaitosta on käytetty myös etelänavalla äärimmäisissä oloissa tuottamaan amerikkalaiselle tutkimusryhmälle tuoretta kasviravintoa. Monet kerrosviljelylaitoksiin liittyvät teknoLOGIAT ovat lähtöisin Yhdysvalloista, kuten LED-valojen käyttö ja hydroponinen

viljely, joka keksittiin toisen maailmansodan aikana helpottamaan kaukana läntisellä Tyynellämerellä palvelevien sotilaiden ruokahuoltoa. NASA on tutkimustyössään painottanut maksimaalista satoa mahdollisimman vähäisellä sähkökulutuksella, mikä johti LED-tekniikan kehittämiseen ja tietoon valon eri spektreistä ja niiden merkityksestä kasville.

Vuonna 2017 Yhdysvalloissa oli arviolta 30 kerrosviljelylaitosta sekä yli 100 laivakonttiin rakennettua pienempää kasvattamoa ja useita tavarantoimittajia, jotka myivät kerrosviljelykontteja avaimet käteen -periaatteella. Useimmiten kerrosviljelylaitokset rakennetaan vanhoihin varastorakennuksiin. Laitoksissa on korkeammat hyllyvälit (n. 1 m) kuin Aasian laitoksissa. Tavallisesti lisähiilidioksidia ei annostella. Useimmiten viljeltyjä ovat erilaiset salaattit täysikokoisina ja etenkin miniversoina, jolloin viljelykierto on nopeaa.

Vuonna 2018 Yhdysvalloissa oli länsirannikon avomaalla kasvaneista salaateista laajalle levinnyt *E. coli* -epidemia, jonka jälkeen Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto antoi suosituksen pakkausmerkinnöistä, joista ilmenee hyötykasvin pakkauspaikka ja -aika sekä maininta kasvin kasvihuonekasvatuksesta tai hydroponisesta kasvatuksesta. Tämän uskotaan vähentävän korkeaan teknologiaan kohdistuvia ennakkoluuloja ja lisäävän kysyntää kerrosviljelylaitoksille. Kerrosviljelyä tutkineet yritykset eivät herkästi jaa tietoaan muille, ja kerrosviljelyyn keskittyvää koulutusta ja julkista tietoa kaivataan lisää. Ennusteen mukaan vuoteen 2024 mennessä kerrosviljelyyn liittyvän kaupan arvo olisi kolme miljardia dollaria. (Kubota, 2020, ss. 69–73; ks. myös Research and Markets, 2019)

### **3.2 Kerrosviljely Euroopassa**

Euroopassa on kaksi voittoa tavoittelematonta järjestöä, Association for Vertical Farming (AVF) ja Farm Tech Society (FTS), jotka tukevat ja edistävät teollisen mittakaavan kerrosviljelyä, tarjoavat kansainvälistä verkostoitumista ammattilaisille ja standardisoivat kerrosviljelytoimintaa (Butturini & Marcelis, 2020, s. 79).

Euroopassa kerrosviljelyala on kasvamassa, ja se on tarjonnut runsaasti liiketoimintamahdollisuuksia sellaisillekin yrityksille, jotka perinteisesti eivät ole olleet viljelyn kanssa tekemisissä. Nämä yritykset tarjoavat teknologiaa, kuten Philips Lightning, joka omalla kerrosviljelytutkimuksellaan pyrkii kehittämään itsestään johtavan

valaistusteknologiaa tarjoavat yrityksen. Euroopassa on useita suurten myymälöiden tai ravintoloiden yhteyteen sijoitettuja kerrosviljelylaitoksia, jotka mahdollistavat tuoreet lehtivihannekset kuluttajille ilman kuljetusmatkoja. Useassa Euroopan maassa on kerrosviljelytoimintaa. Laajinta toiminta on Hollannissa ja Isossa-Britanniassa. (Butturini & Marcelis, 2020, ss. 83–88) Tässä selvityksessä nostetaan esille joitakin merkittäviä eurooppalaisia toimijoita.

Hollantilainen Plantlab on vuodesta 2010 ollut edelläkävijä eurooppalaisessa kerrosviljelyn tutkimuksessa, viljelytekniikan kehittämisessä ja sidosryhmien kanssa verkostoitumisessa. Kerrosviljelylaitokset ovat Hollannissa vähitellen Aasian tapaan kasvaneet.

Maailmanlaajuisestikin suurella hollantilaisella laajasti automatisoidulla Future Crops -laitoksella (PFAL) on asennettuna katolle 16 000 aurinkopaneelia, joilla katetaan osa 8 000 m<sup>2</sup> viljelyalan energiankulutuksesta. Hollannissa kerrosviljelylaitoksia käytetään usein osana kasvihuoneessa tapahtuvaa viljelyä, jolloin esimerkiksi tulppaanit ja hyötykasvit kasvatetaan taimettumiseen asti kerrosviljelynä, minkä jälkeen ne siirretään kasvihuoneisiin jatkamaan kasvuaan. (Butturini & Marcelis, 2020, ss. 84–85)

Isossa-Britanniassa johtava kerrosviljelytoimija on Jones Food Company, jolla on tavoitteena perustaa useita kerrosviljelylaitoksia Iso-Britanniaan ja muualle Eurooppaan. Tällä hetkellä laitos (PFAL) on kooltaan 5120 m<sup>2</sup> ja pystyy pitkälle vietyä robotiikkaa hyödyntäen tuottamaan täydellä kapasiteetilla 400 000 kg lehtivihanneksia vuosittain. Vuonna 2015 ranskalaisella Agricoool-yrityksellä oli viisi konttikasvattamoa (container farm) Pariisin ympäristössä ja yritys on aikeissa laajentaa toimintaansa Dubaihin. Saksalaisella, vuonna 2013 perustetulla Infarm-yrityksellä on 350 pientä kerrosviljelylaitosta (in-store farm), jotka toimivat ravintoloiden ja vähittäismyymälöiden yhteydessä ja joissa kasvatetaan yrttejä, salaatteja ja miniversoja suoraan kuluttajille. Yritys toimii Saksassa, Luxemburgissa, Ranskassa ja Sveitsissä ja tuottaa kuukaudessa yli 150 000 vihanneskasvia. Virolainen yritys Click & Grow kehittää kerrosviljelytekniikkaan perustuvia kotiviljelylaitoksia (appliance farm), joiden suurimmat markkinat Yhdysvaltojen jälkeen ovat Euroopan alueella. Click & Grow toimii yhteistyössä kodin tarvikkeita valmistavien yritysten, kuten Ikean kanssa. (Butturini & Marcelis, 2020, ss. 80–81)

### 3.3 Kerrosviljely Suomessa

Suomessa on useita korkeatasoista ja maailmalla tunnettua kerrosviljelyssä hyödynnettävää teknologiaa tuottavaa yritystä sekä joitakin laitoksia, jotka kasvattavat ainakin osan tuotteistaan kerrosviljelytekniikalla.

iFarm on Association for Vertical Farming -järjestön (AVF) jäsen ja kerrosviljelyteknologiaa ja laitoksia avaimet käteen -periaatteella myyvä yritys. Yrityksellä on toimintaa Euroopassa, Venäjällä, Yhdysvalloissa ja Aasiassa. Vuonna 2020 iFarm oli voittaja The Europas Awards 2020 -kilpailun kategoriassa Hottest AgFood Tech eli vapaasti suomennettuna paras viljelyteknologiaan liittyvä startup-yritys. iFarmilla on laajaa teknologiaosaamista, kuten tekoälyyn perustuvaa kasvisairauksien tunnistusta. iFarm-teknologialla kasvatetaan muun muassa Muumimamman Kasvihuone -brändin tuotteita, joita on myytävänä S-ryhmän ja Keskon myymälöissä. Esittelytilanakin toimiva noin 60 m<sup>2</sup>:n kokoinen vuonna 2020 perustettu kerrosviljelykasvattamo toimii Espoossa, jossa viljeltävinä tuotteina ovat erilaiset salaattit, jotka myydään K-Supermarket Hakunilassa. (iFarm, 2020)

Netled Oy on Tampereella toimiva kerrosviljelyteknologiaa, valaistusratkaisuja, automaatiojärjestelmiä ja ohjelmistoja myyvä vuonna 2007 perustettu yritys, joka aloitti kerrosviljelynteknologian kehittämisen vuonna 2015. Netled Oy ei itse viljele kasveja kaupallisesti vaan toimittaa teollisen tason kerrosviljelyteknologiaa avaimet käteen -periaatteella. Netled Oy on solminut brittiläisen Astwood Infrastruktuuran kanssa sopimuksen neljän teollisen mittakaavan kerrosviljelylaitoksen toimittamisesta. (Aamulehti, 2019) Yrityksen tavoitteena on toimittaa maailmalle 7–10 kerrosviljelylaitosta vuodessa (Y-studio, 2020). Netled Oy:n kerrosviljelyjärjestelmä Vera<sup>®</sup> on kasvattajien ja teknologiakumppaneiden yhteiskehityksen tulos, jolla on useita hyväksytyjä ja odottavia patenteja, kuten LED-valaistusjärjestelmä, joka valaisee kasveja sekä ylä- että alapuolelta ja joka optimoidaan kullekin kasvilajille sopivaksi. Vera<sup>®</sup> toimii FIFO-periaatteella (first in, first out) koko kasvatuksen ajan, ja järjestelmään voidaan automatisoida esimerkiksi kylvön, koulinnan ja sadonkorjuun vaiheet. Vera<sup>®</sup> toimii hydroponisena viljelynä käyttämällä NFT-tekniikkaa (Nutrient Film Technique), jolloin pieni määrä vettä ja ravinteita virtaa jatkuvatoimisesti kasvien juurten saatavilla. (Netled Oy, 2020)

Novarbo Oy on vuonna 2010 perustettu Biolan-konserniin kuuluva kerrosviljelyteknologiaa tuottava yritys, joka toimittaa kokonaisia kerrosviljelyjärjestelmiä ja osakokonaisuuksia sekä tuotantoa optimoivaa Novarbo Growisor -ohjelmistoa. Novarbo Heat Reuse™ lämmöntalteenottojärjestelmän avulla kerrosviljelyn LED-valojen tuottama lämpö ja kasvien haihduttama kosteus saadaan lämmönvaihtimena toimivan pisaraverhon avulla otettua talteen. (Novarbo Oy, 2020)

Robbes Lilla Trädgård Ab eli Pikku Puutarha Robbes Lapinjärven Lindkoskella on perustettu vuonna 1997 ja viljelee yli 40 salaatti-, itu- ja yrttilajiketta. Vuonna 2017 alkoivat ensimmäiset kerrosviljelykokeilut viljelyalaltaan 500 m<sup>2</sup>:n kokoisessa kasvatuskeskuksessa, jossa on Netled Oy:n LED-valoteknologia ja Novarbo Oy:n lämmöntalteenotto. Suomalainen teknologia kiinnosti Japanilaista Fujitsua siinä määrin, että se solmi yhteistyösopimuksen Robbes Lilla Trädgård Ab:n kanssa, mikä johti viljelyalaltaan noin 4 400 m<sup>2</sup>:n kokoisen kerrosviljelykeskuksen rakentamiseen. Kerrosviljelykeskuksessa käytetään Fujitsun Akisai-pilvialustaa, jolla kerätään viljelytietoja, analysoidaan viljelyyn liittyvää dataa ja optimoidaan kasvuolosuhteita saannon kasvattamiseksi. Kuusi metriä korkeassa kerrosviljelytilassa voidaan kerrallaan kasvattaa jopa 600 000 tainta. Kasvualustana käytetään Kekkilän sammalta sisältävää viljelyturvetta. Kasvatus tapahtuu tilaa säästävässä kourussa, jonka kasvualustaan robotti istuttaa siemenet. Kasvun edetessä kasvi liikkuu automatisoidusti kastellun kourun mukana kohti sadonkorjuuta ja pakkaamoja. Yrityksestä kerrotaan tuotannon saavuttaneen neljänkymmenen prosentin kasvun kerrosviljelyssä verrattuna aiempaan kasvihuoneviljelyyn. Lisäksi yritys kertoo sadon valmistuvan viikkoa aikaisemmin, ja yrttien maun olevan parempi kerrosviljelytekniikalla viljeltynä (Aamulehti, 2016; TEM, 2018; Polte, 2019)

Valoya Oy on vuonna 2009 perustettu sähkötekniseen suunnitteluun keskittyvä yritys, joka muun muassa tuottaa valoteknologiaa kerrosviljelylaitoksille. Lisäksi yritys tekee valaistukseen liittyvää kasvitutkimusta, jonka tavoite on maksimaalinen saanto alhaisimmilla kustannuksilla ja nopealla viljelykierrolla. Tutkimusyhteistyötä on tehty johtavien kasvintutkimuskeskusten, kuten Wageningenin yliopiston kanssa. Yli 500 tutkimusta on tehty 22 eri maassa 229 eri kasvilajilla ja yli 60 valon spektrikokeilulla. Lääkekäyttöön tarkoitettujen kasvien tutkimuksen kohteina ovat olleet muun muassa optimaalisen spektrin löytäminen vaikuttavan aineen saannon optimoimiseksi. (Valoya Oy, n.d.)

Pinoa Foods Oy on vuonna 2018 perustettu Helsingissä toimiva kerrosviljelyä harjoittava yritys, joka käyttää itse suunnittelemaansa LED- ja kasteluteknologiaa. Yritys kasvattaa miniversoja, kuten esimerkiksi auringonkukkaa, retiisiä, fenkolia, amaranttia ja vesikrassia ravintoloille ja Helsingin K-ryhmän ruokakaupoille. Tuotteet kasvatetaan ja osa niistä myös myydään hammppumatoissa, jolloin niiden säilyvyysaika on pitkä. (Pinoa Foods Oy, 2019)

Evergreen Farm Oy on vuonna 2015 perustettu Tampereen Hiedanrannassa toimiva kerrosviljelyteknologiaa lisensoiva yritys, joka toimii avaimet käteen -periaatteella. Erikoisuutena on Grow360-kasvatusyksiköt, joiden kerrotaan tuottavan kerrosviljelytekniikoista suurimman sadon neliö- ja kuutiometriä kohden. Grow360-kasvatusyksikkö koostuu viidestätoista sylinterimäisestä pyörivästä tornista, johon mahtuu 144 kasvia kerrallaan. Koko 9 m<sup>2</sup>:n kokoiseen kasvatusyksikköön mahtuu 2160 kasvia, mikä tarkoittaa 240 kasvia yhdellä neliömetrillä. Pyörivien kasvatustornien ansiosta kasvit eivät pala, vaikka LED-valot sijaitsevat vain 15 cm:n päässä kasveista. Kasvatusyksiköt toimivat automatisoidusti, ja tekoälyn avulla voidaan määritellä maksimaalinen tuotto ja toteuttaa oikea-aikainen sadonkorjuu. (Evergreen Farm Oy, 2020)

Salladsfabriken eli Helsingin Salaattitehdas Oy on helsinkiläinen vuonna 2019 perustettu kerrosviljely-yritys, jonka salaatteja ja yrttejä myydään Helsingissä. Yritys on profiloitunut vahvasti paikallisuuteen, kiertotalouteen ja ympäristövastuullisuuteen ja pakkaa tuotteensa FSC-sertifioituun pakkauspaperiin sekä käyttää biohajoavia ruukkuja. (Salladsfabriken, 2020)

### **3.4 Kerrosviljelyyn soveltuvien viljelykasvien ominaisuudet**

Kerrosviljelytekniikalla kasvatettavan kasvin tulee olla kooltaan riittävän matala, jotta se mahtuu sujuvasti kasvamaan matalassa tilassa. Yleensä suositaan kasveja, jotka ovat kooltaan alle 30 cm, koska useimmissa kerrosviljelylaitoksissa kasvatushyllyjen väli on 40–50 cm. Kasvin olisi hyvä olla nopeakasvuinen siten, että satoa saadaan 10–30 vuorokauden kuluttua koulinnasta, kun käytetään korkeapitoisuuksista hiilidioksidilannoitusta. Kasvin olisi hyvä viihtyä alhaisessa valon intensiteetissä, jotta valaistuskustannukset eivät nouse korkeaksi sekä korkeassa istutustiheydessä, jotta pieneen tilaan mahtuu mahdollisimman paljon kasveja. Kasvin kannattaa olla sellainen, jonka koostumusta ja arvoa kyetään parantamaan ympäristöolosuhteita säätämällä. Kasvin tuorepainosta 85 % tulisi olla käyttö-



ja myyntikelpoista eli juurten osuus painosta tulisi olla vähemmän kuin 10–15 % niillä kasveilla, joista käytetään vain maanpäällinen osa. (Kozai & Niu, 2020b, s. 19)

Lähinnä energianlähteeksi ihmisille ja eläimille tarkoitetut tuotantokasvit, kuten riisi, vehnä, maissi ja peruna tai polttoainekäyttöön tarkoitetut kasvit, kuten sokeriruoko ja rapsi tai suuret hedelmä- ja sahatavarapuut eivät ole tarkoituksenmukaisia kasveja kerrosviljelyyn. Edellä mainitut satokasvit ovat paitsi tilaa vieviä, myös liian hidaskasvuisia ja lisäksi arvon suhde tuotettavaan massaansa nähden on heikko. (Kozai & Niu, 2020b, ss. 19–20)

Tähän kirjallisuusosioon on valittu tarkasteltaviksi sellaisia kasveja, jotka ovat korkeudeltaan noin 20–60 cm tai korkeampiakin kasveja, jolloin kerrosviljelyssä kasvatettaessa tavoitellaan nuoria versoja, joita hyödynnetään jo kasvun alkuvaiheessa. Kasvin on mieluusti oltava nopeakasvuinen, jotta siitä saadaan useita satoja tai jatkuvaa satoa vuositasona.

Vaikka kerrosviljelyssä kyetään saavuttamaan suurempi biomassantuotto kuin kasvihuoneviljelyssä, on kasvihuoneviljely tavanomaisten ruukkukasvien osalta yleensä taloudellisesti kannattavampaa kuin kerrosviljely johtuen pääosin kerrosviljelyn suurista investointikustannuksista (Järvinen & Käkelä, 2020). Tällöin kasvatukseen olisi kannattavinta valita sellaisia kasveja, joissa lähtökohtaisesti on suuri terveysvaikutteisten yhdisteiden pitoisuus, jota kyetään maksimoimaan kasvuolosuhteita säätämällä. Tällaiset hyötykasvit voidaan jatkojalostaa arvotuotteiksi, kuten ravintolisiksi, rohdoksiksi ja kosmetiikan tehoyhdisteiksi. Jatkojalostaminen tuo arvon nousua tuotteelle ja tarjoaa uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia ja verkostoja puutarha-alan yrittäjille.

#### **4 Yrttien ja salaattien ravitsemuksellisesti tärkeät yhdisteet**

Yrtit ja salaatit lisäävät makua ja väriä aterioihin. On yrttejä, joilla on maailmanlaajuisesti tunnustettuja hyödyllisiä terveysvaikutuksia sekä yrttejä, joita on perinteisesti käytetty kansanlääkinnässä. Arvellaan, että 74 prosenttia lääkinnällisesti aktiivisista kasviin pohjautuvista lääkeaineista olisi löydetty perinnetieteen avulla (Fyhrquist, 2016). Yrttien ja salaattien fytokeemikaaleilla on bioaktiivisia terveyttä parantavia vaikutuksia ihmiseen. Useimmat vaikutukset ovat antimikrobisia, antioksidatiivisia ja antiviraalisia. Kasvien bioaktiiviset yhdisteet eli fytokeemikaalit ovat kasvien sekundäärisiä

aineenvaihduntatuotteita eli sekundäärimetaboliitteja, joilla on farmakologisia tai toksisia vaikutuksia ihmiseen ja eläimiin. (Bernhoft, 2010)

Kasvien aineenvaihdunta voidaan jakaa primääri- ja sekundääriaineenvaihduntaan.

Primääriaineenvaihdunnan tarkoituksena on valmistaa kasvin kehitykselle välttämättömiä yhdisteitä, kuten aminohappoja, nukleiinihappoja, proteiineja ja lipidejä.

Sekundääriaineenvaihdunnan tuotteet eivät ole välttämättömiä primääriaineenvaihdunnalle eli niitä ei tarvita solun jakautumiseen, geneettisen tiedon kopioimiseen, yhteyttämiseen, soluhengitykseen, aminohapposynteesiin, rasvahapposynteesiin tai kasvuun ja kehitykseen.

Sekundääriaineenvaihdunta sen sijaan tuottaa sekundäärimetaboliitteja, joiden tarkoitus on suojella kasvia esimerkiksi UV-säteilyltä tai auttaa kasvia leviämään. Flavonoidit esimerkiksi voivat suojella kasvia fotosynteesin aikana muodostuneita vapaita radikaaleja vastaan.

Terpeenit saattavat houkuttaa pölyttäjiä ja siementen levittäjiä tai karkottaa kilpailevia kasvilajikkeita. Alkaloidit tavallisesti torjuvat kasvia ravinnokseen käyttäviä eläimiä. Kaikissa kasveissa on kullekin kasville tyypillisiä bioaktiivisia yhdisteitä. Yleisesti ottaen myrkyllisissä kasveissa ja lääkinnällisissä kasveissa on enemmän bioaktiivisia yhdisteitä kuin tavanomaisissa rehu- ja ruokakasveissa. (Bernhoft, 2010; Wink, 2010)

Vaikka kaikkia kasveja ei ole vielä tutkittu, on silti määritelty ja eristetty useita kymmeniä tuhansia erilaisia sekundäärimetaboliitteja. Huolimatta sekundäärimetaboliittien suuresta määrästä, niiden esiasteet muodostuvat pääosin kuitenkin perusmetaboliareittien, kuten esimerkiksi glykolyysin, Krebsin kierron tai sikimihapporeitin kautta. Kaikki sekundäärimetaboliitit eivät välttämättä ole kasvien aineenvaihdunnan lopputuotteita, sillä etenkin tyyppiä sisältäviä yhdisteitä kierrätetään kasvin aineenvaihduntareiteillä (Wink, 2010).

Kasvien sekundääriset aineenvaihduntatuotteet muodostuvat entsyymien katalysoimissa reaktioissa samojen yhdisteiden esiasteista kuin primääriaineenvaihdunnan tuotteet. Aineenvaihduntareittiensä perusteella sekundäärimetaboliitit voidaan jaotella karkeasti kolmeen suurempaan ryhmään: terpeenit, alkaloidit ja fenoliset yhdisteet. On myös muita pienempiä yhdisteryhmiä, joita ei voida sisällyttää edellä mainittuun jaotteluun, kuten amiinit, glykosidit ja glukosinolaatit. (Fang ym., 2011)

Toisaalta sekundäärimetaboliitit voidaan jaotella kolmeksi ryhmäksi terpeeneihin, tyypeä sisältäviin yhdisteisiin kuten alkaloidit, glukosinolaatit, glykosidit ja fenolisiin yhdisteisiin (Bhat ym., 2020, s. 313).

#### 4.1 Fenoliset yhdisteet

Fenolisten yhdisteiden rakenteelle tyypillinen piirre on aromaattinen rengas, johon on liittynyt hydroksyyliiryhmä (-OH). Fenoliset yhdisteet voidaan jakaa rakenteensa puolesta useaan ryhmään. Fenoliset yhdisteet voivat esiintyä kasveissa vapaana tai liittyneinä muihin aineenvaihduntatuotteisiin, kuten aminohappoihin, terpeeneihin tai proteiineihin. Fenoliset yhdisteet ovat kemiallisesti reaktiivisia ja vesiliukoisia. Fenoliset yhdisteet ovat kasvien sekundäärisiä aineenvaihduntatuotteita, joilla on useita merkityksiä kasvin toiminnassa. Fenolisista yhdisteistä ligniini vaikuttaa kasvien puumaiseen tukirankaan ja pystyssä pysymiseen. Kasvien pinnalla olevat fenoliyhdisteet suojaavat kasvia ulkopuolelta tulevilta uhkatekijöiltä, kuten UV-säteilyltä, tuhohyönteisiltä ja patogeeneiltä. Toisaalta fenoliset yhdisteet voivat toimia kasvihormonien tapaan houkuttimena pölyttäjille. Kaikissa kasveissa tavataan fenolisia yhdisteitä, mutta niiden pitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti kasvilajien välillä ja jopa saman lajin sisällä kasvuolojen mukaan. Kasvia pidetään runsaasti fenolisia yhdisteitä sisältävänä, kun sen kokonaisfenolipitoisuus kuivapainoa kohti on yli 20 mg GAE/g. Kokonaisfenoleita analysoitaessa pitoisuutta verrataan gallushappostandardin arvoon, jolloin pitoisuus ilmaistaan gallushappoekvivalenttina (GAE). Indusoituvat fenolit ovat yhdisteitä, joita muodostuu silloin kun kasvi stressaantuu esimerkiksi ympäristötekijöiden kuten valon tai kasvuolosuhteiden vaikutuksesta. (Keskitalo, 2001; ks. myös Pereira ym., 2017)

Fenoliset yhdisteet voidaan jakaa kemialliseen rakenteeseen perustuen useaan eri ryhmään, esimerkiksi tanniinisiin fenoleihin ja ei-tanniinisiin fenoleihin. Lisäksi fenoliset yhdisteet voidaan jakaa rakenteen mukaan esimerkiksi flavonoideihin, lignaaneihin, fenolisiin happoihin, tanniineihin, kumariineihin ja stilbeeneihin. Edellä mainitut pääryhmät jaotellaan vielä pienempiin alaryhmiin, kuten flavonoidit jaotellaan flavonoleihin, isoflavoneihin, flavanoleihin, flavoneihin, flavanoneihin ja antosyanidiineihin. Näistä kukin alaryhmä sisältää lukuisan määrän fenolisina yhdisteinä tunnettuja yhdisteitä. Pelkästään flavonoideja on tunnistettu yli 4 000 erilaista. (Keskitalo, 2001; Mrduljas ym., 2017)

Fenoliset yhdisteet ovat olleet tieteellisen tutkimuksen keskiössä biologisten ominaisuuksiensa ja biosaatavuutensa vuoksi. Useat tutkimukset vahvistavat, että fenolisia yhdisteitä sisältävien elintarvikkeiden kohtuullinen ja pitkäaikainen saanti voi ehkäistä syövän ja kroonisten sairauksien, kuten sydän- ja verisuonitautien, tyypin 2 diabeteksen ja liikalihavuuden muodostumista. Fenolisten yhdisteiden hyödylliset vaikutukset sydän- ja verisuonitaudeissa on aiemmin liitetty fenolisten yhdisteiden antioksidanttiaktiivisuuteen. Viimeisimmät tutkimukset viittaavat siihen, että fenolisten yhdisteiden rasvaprofiilia parantavalla ja verisuonia laajentavalla vaikutuksella on tärkeä merkitys sydän- ja verisuonitautien ehkäisyssä. Fenolisia yhdisteitä sisältäviä elintarvikkeita ja kasveja pidetään potentiaalisina funktionaalisina elintarvikkeina antioksidanttien, anti-inflammatoristen, antimikrobisten, verisuonia laajentavien sekä syöpälääkkeiden ja prebioottien kaltaisten ominaisuuksiensa vuoksi. (Mrduljas ym., 2017)

## 4.2 Terpeenit

Eräs kasvien ja eläinten tuottamista bioaktiivisten aineiden ryhmistä on terpeenit, joita on eristetty ja määritetty yli 30 000 eri yhdistettä. Terpeenit sisältävät sekä myrkyllisiä yhdisteitä että täysin syöntikelpoisia yhdisteitä. Terpeenien pääasiallinen tehtävä kasvissa on houkuttaa pölyttäjiä ja torjua kasvituholaisia. Terpeenit ovat rasvaliukoisia ja muodostuvat toisiinsa liittyneistä perusyksiköistä, viisihiilisistä isopreeniyksiköistä ( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ ). Terpeenit luokitellaan rakenteensa perusteella sen mukaan, kuinka monta isopreeniyksikköä niissä on.

- Hemiterpeenillä on rungossaan yksi isopreeniyksikkö eli viisi hiiliatomia.
- Monoterpeeneillä on rungossaan kaksi isopreeniyksikköä eli kymmenen hiiliatomia.
- Seskviterpeeneillä on rungossaan kolme isopreeniyksikköä eli 15 hiiliatomia.
- Diterpeeneillä on rungossaan neljä isopreeniyksikköä eli 20 hiiliatomia.
- Triterpeeneillä on rungossaan kuusi isopreeniyksikköä eli 30 hiiliatomia.
- Tetraterpeeneillä on rungossaan kahdeksan isopreeniyksikköä eli 40 hiiliatomia.

Kasvien aromaattiset eli haihtuvat öljyt muodostuvat tyypillisesti seskvi- ja monoterpeeneistä, joita ovat esimerkiksi mentoli, kamferi ja limoneeni. Triterpeeneistä mainittakoon saponiini, D-vitamiini ja steroidihormonit sekä tetraterpeeneistä karotenoidit. (Kennedy & Wightman, 2011, s. 35; Keskitalo ym., 2001, ss. 74–75).

Terpeenit antavat bioaktiivisuutta mauste-, lääke- ja yrttikasvien sisältämille haihtuville öljyille. Yksittäinen kasvi saattaa sisältää kymmeniä eri terpeenejä ja muita sekundäärimetaboliitteja. Tavallisesti sekundääriaineiden pitoisuus kasvilla on noin yhden prosentin verran, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Toiminnallisuutensa mukaan terpeenit voidaan jakaa primääri- ja sekundäärimetaboliitteihin. Primäärisiä ovat muun muassa kasvihormonit, sterolit ja karotenoidit, joita pääsääntöisesti on kaikissa kasveissa. Sekundäärisiä ovat muun muassa kasvin puolustukseen ja pölyttäjien houkuttelemiseen tarkoitettut terpeenit, joita ei esiinny kaikissa kasvilajeissa. (Kennedy & Wightman, 2011, s. 35; Keskitalo ym., 2001, ss. 74–75).

Kasvien haihtuvia öljyjä tai niistä eristettyjä terpeenejä käytetään laajasti maku-, tuoksu- ja aromiaineina elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudessa (Caputi & Aprea, 2011, ss. 9–12). Kasveja on perinteisesti käytetty kansanlääkinnässä esimerkiksi niiden sisältämien terpeenien haihtuvien öljyjen vuoksi, joilla on havaittu olevan muun muassa syöpää ja tulehdusta ehkäiseviä sekä hermostoa suojaavia vaikutuksia (Cho ym., 2017, s. 97). Terpeeneillä on arveltu olevan ehkäisevää vaikutusta myös keuhkohtaumatautiin ja nivelrikkoon (Cho ym., 2017, s. 97). Terpeeneillä on osoitettu olevan vaikutusta myös lois- ja mikrobitorjunnassa, haavojen ja ihon hoidossa sekä biofilmin muodostumisen ehkäisemisessä (Chan ym., 2016, s. 32).

### **4.3 Alkaloidit ja muut tyyppiä sisältävät yhdisteet**

Alkaloidit ovat rakenteellisesti monipuolinen bioaktiivisten kasviemästen ryhmä, johon kuuluu yli 12 000 tyypipitoista yhdistettä, joita esiintyy 20 prosentissa kasvilajeista. Vaikka varsinaista luokittelua ei ole olemassa, voidaan alkaloidit erotella rakenteensa tai esiasteidensa mukaisesti. Alkaloidit ovat aminohappojen johdannaisia, joita muodostuu sekundäärisen aineenvaihdunnan tuotteina. Alkaloidit ovat useimmiten vesiliukoisia ja voivat

reagoida happojen kanssa ja muodostaa suoloja kuten epäorgaaniset emäkset. (Kennedy, 2011; Kurek, 2019)

Kirjallisissa lähteissä alkaloidien käyttö myrkkynä, lääkkeenä ja psykedeelina tai nautintoaineena ulottuu ainakin 5 000 vuotta taaksepäin. Tunnettuja alkaloidia ovat muun muassa kofeiini, nikotiini, efedriini, kokaiini, kiniini ja opiaatit. Monet alkaloidit ovat myrkyllisiä suurina annoksina nautittuna. (Kennedy ym., 2011, s. 34).

Alkaloideilla on kipua lääkitsevää, tulehdusta lievittävää, puuduttavaa, hypnoottista ja antimikrobista ja sieni-infektioita tuhoavaa vaikutusta (Kurek, 2019). Joillakin alkaloidilla on lisäksi syöpäsoluja tuhoava vaikutus (Fyhrquist, 2016).

Alkaloidien on aiemmin arveltu olevan kasvien aineenvaihdunnan lopputuotteita, joilla olisi merkitystä myös typen varastoinnille, kasvun säätelylle ja tuholaisten torjunnalle (Waller & Nowacki, 1978, s. 143). Nykyään arvellaan, että karvaan makunsa vuoksi alkaloidien suurin merkitys kasveille olisikin juuri kasvinsyöjien torjuminen (Kurek, 2019).

#### **4.4 Yhdisteiden pitoisuuksien lisäämismahdollisuudet kerrosviljelyssä**

Viljelyteknisillä keinoilla on mahdollista vaikuttaa kasvissa esiintyvien terveysvaikutteisten yhdisteiden pitoisuuksiin. Kerrosviljelytekniikka antaa hyvät mahdollisuudet kokeilla ja optimoida erilaisia kasvatusolosuhteita ja saavuttaa siten suuremmat bioaktiivisten yhdisteiden pitoisuudet. Useimmat olosuhdemuutokset on mahdollista toteuttaa myös kasvihuoneviljelyssä. Kerrosviljelyssä erityisesti LED-valaistuksen käyttö antaa hyvät mahdollisuudet kokeilla ja optimoida valoon liittyviä kasvuolosuhteita.

##### **4.4.1 Ravinteet**

Hiilidioksidi, ravinteiden saanti ja valon laatu ovat tärkeimpiä tekijöitä, joilla kerrosviljelyssä voidaan säätää biomassan ja ravinteiden tuotantoa. Kerrosviljelytutkimuksessa kasvatettiin lehtisalaattia (*Lactuca sativa* L. cv. Great Lakes) verraten valkoista, sinistä ja punaista valoa. Erilaisia valon spektrejä yhdisteltiin kasvatukseen Hoglandin lannoituksella tai ilman lannoitusta sekä kasvatukseen korkealla hiilidioksidipitoisuudella, 1 000 ppm, tai ilman

hiilidioksidilisäystä. Korkein biomassantuotto ja aminohappojen tuotto saavutettiin lannoituksella, korkealla hiilidioksidilisäyksellä sekä punaisen valon lisäyksellä. (Miyagi ym., 2017, ss. 561–568)

Liian alhaisella pääravinteiden (N, P, K) saannilla on heikentävää vaikutusta kasvin kasvuun mutta päinvastainen vaikutus muun muassa fenolisten yhdisteiden muodostumiseen. Merkittävä ja pitkäaikainen typen puute kasvulla saattaa johtaa kasvissa aineenvaihdunnallisiin muutoksiin, kuten fenolisten yhdisteiden muodostumiseen. Fosforin puute vähentää kasvin kasvua, mutta sekundäärimetaboliiteille sen puutteella vaikuttaa olevan niitä lisäävä vaikutus. Myös kaliumin puute vaikuttaa positiivisesti fenolisten yhdisteiden muodostumiseen. (Keskitalo, 2001, ss. 25–26)

#### 4.4.2 Elisitorit

Yhdisteiden pitoisuutta kasvissa pystytään lisäämään myös elisitorien eli heräteaineiden avulla. Elisitorit ovat ärsykemolekyylejä, jotka aktivoivat kasvulla indusoidun puolustuksen, jolloin bioaktiivisten aineiden, muun muassa fenolisten yhdisteiden, tuotanto lisääntyy. Kasvi voi stressitilanteessa tuottaa esimerkiksi saponiinia tai klorogeenihappoa estääkseen patogeenien tunkeutumista kasvin sisälle. Elisitoreina voivat toimia esimerkiksi salisyylihappo, haitattomat mikrobit tai taudinaiheuttajien ei-patogeeniset kannat. (Karjalainen, 2001, s. 40)

#### 4.4.3 Lämpötila

Hyvin rakennetussa kerrosviljelytilassa kasvatuslämpötilaa kyetään säätämään tarkasti sekä erottelemaan päivälle ja yölle eri lämpötilat. Lämpötilalla on merkitystä kasvien sekundäärimetaboliittien muodostumiseen ja viileys saattaa edistää muun muassa antosyaniinien ja muiden fenolisten yhdisteiden biosynteesiä. (Keskitalo, 2001, s. 24)

Kerrosviljelyssä on tutkittu lämpötilastressin vaikutusta korianterin (*Coriandrum sativum* L.) biomassantuottoon, antioksidanttiaktiivisuuteen sekä bioaktiivisten yhdisteiden, kuten askorbiinihapon, karotenoidien, klorogeenihapon ja kokonaisfenolien muodostumiseen. Aluksi kaikkia kasvatettiin 25 °C:ssa, jonka jälkeen kasveja altistettiin joko kuumuus- tai

kylmyysstressille. Altistuslämpötilat olivat 15, 20, 25, 30 ja 35 °C. Altistamisajat olivat kolme ja kuusi vuorokautta. Kasvatusaika kaikilla oli 18 vuorokautta koulumisen jälkeen. Stressiolosuhteet vaikuttivat lievästi kasvua alentavasti. Sen sijaan matalimmalla ja korkeimmalla lämpötilalla ja pidemmällä altistamisajalla saavutettiin korkeampi karotenoidien, klorogeenihapon, fenolisten yhdisteiden ja rutiinin pitoisuus ja antioksidanttiaktiivisuuden nousu. Stressaaminen 15 °C lämpötilassa kuuden vuorokauden ajan toi suuremman kuivamassan ja suuremman bioaktiivisten aineiden pitoisuuden. Optimaalisin stressiolosuhte oli 30 °C kuuden vuorokauden ajan, koska tämä lämpötila ei vaikuttanut merkittävästi satoisuuteen eikä veden määrään kasvissa, mutta nosti kuitenkin eniten kokonaisfenolien ja klorogeenihapon pitoisuuksia. (Nguyen ym., 2020, s. 13)

Kerrosviljelyssä on tutkittu myös lämpötilan ja valon intensiteetin vaikutusta korianterin (*Coriandrum sativum* L.) biomassantuottoon, antioksidanttiaktiivisuuteen ja fenolisten yhdisteiden, kuten klorogeenihapon ja rutiinin muodostumiseen sekä *trans*-2-Decenal-yhdisteen, joka on korianterin eteerinen öljy, muodostumiseen. Kasvatuksessa käytettiin valon intensiteetteinä 100, 200 ja 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ja lämpötiloina 20, 25 ja 30 °C. Korianterin biomassantuotto ja vesipitoisuus oli korkein lämpötilassa 25 °C ja valon intensiteetissä 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Kokonaisfenolit, klorogeenihappo, rutiini, *trans*-2-Decenal ja antioksidanttiaktiivisuus olivat korkeimmat lämpötilassa 30 °C ja valon intensiteetissä 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Tällöin kerrosviljelyssä kyetään hyödyntämään valon intensiteetin ja lämpötilan vaikutusta sen mukaan, halutaanko valmiilta tuotteelta korkeaa satoa vai terveysvaikutteisia yhdisteitä. (Nguyen ym., 2019, ss. 1–11).

#### 4.4.4 Kuivuus

Kuivuusstressiä pidetään yleensä viljelyssä negatiivisena tekijänä, koska se aiheuttaa satohäviöitä. Tavoiteltaessa suurempia bioaktiivisten yhdisteiden pitoisuuksia puolikuivissa olosuhteissa tapahtuva viljely tuottaa kuitenkin yleensä suurempia pitoisuuksia toivottua yhdistettä. On havaittu, että kuivuus- ja valostressiin liittyvät aineenvaihdunnalliset muutokset kerryttävät suuremman määrän bioaktiivisia yhdisteitä kasvissa esimerkiksi kuivalla Välimeren alueella verrattuna kosteammalla alueella tapahtuvaan viljelyyn. Kuivuuden vuoksi kasvi sulkee ilmarakonsa ja samalla hiilidioksidin sisäänotto, hyödyntäminen ja kiinnittyminen Calvinin kiertoon vähenee. Tämä johtaa energianlähteenä



käytettävän pelkistyneen NADPH+H<sup>+</sup>:n (nikotiiniamidiadeniinidinukleotidifosfaatti) kulutuksen vähentymiseen, mikä tarkoittaa kasville energianlähteen ylitarjontaa. Tämän seurauksena energiaa riittää aineenvaihdunnalle, jolla tuotetaan sekundäärimetaboliitteja, kuten terpeenejä, fenolisia yhdisteitä ja alkaloideja, jotka puolustavat kasvia stressitekijöitä vastaan. (Kleinwächter & Selmar, 2014, s. 121)

#### 4.4.5 Valo

Kasvihuoneista yleisesti käytetyistä metallihalidi- ja suurpainenatriumlampuista vapautuu lämmittävää infrapunasäteilyä, jonka vuoksi lamput on asetettava kauemmaksi kasveista. LED-valot (Light-Emitting Diode) sen sijaan eivät vapauta lämmittävää infrapunavaloa, jolloin saadaan parempi valoteho käyttöön, koska LED-valot voidaan asettaa lähemmäksi kasveja. Metallihalidi- ja suurpainenatriumlamppujen tehot ovat suurimmillaan vihreän ja keltaisen valon aallonpituuksien alueella, ja lampuista tulee runsaasti säteilyä aallonpituuksilta, joita kasvit eivät täysin kykene hyödyntämään. LED-valoilla on mahdollista antaa kasveille lähinnä hyödyntämiskelpoista sinistä ja punaista valoa, jolloin päästään alhaisempaan energiankulutukseen. (Kivimäenpää ym., 2014)

LED-valaistusta käyttävässä kerrosviljelyssä on mahdollista säätää tarkasti valotusaikaa, valon intensiteettiä ja valon spektriä kasvatuksen optimointitarkoituksessa. Valon intensiteetillä ja valon spektrijakaumalla erityisesti sinisellä ja punaisella valolla on vaikutus yhteyttämiseen. Valotusajalla vaikutetaan kasvien kukintaan. (Singh ym., 2015, s. 141)

Sekundäärimetaboliittien muodostumiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi valon intensiteetin ja valon spektrin muutoksilla. Sekundäärimetaboliitit toimivat puolustusyhdisteinä kasville ja suojelevat kasvia sinisen valon säteilyltä ja hapettumisvaurioilta. (Zheng ym., 2018, s. 2246).

UV-B-säteilyn lisääminen on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi lisätä ja kerryttää sekundäärimetaboliitteja kasveissa. Eräessä tutkimuksessa tutkittiin kahden viikon pituisen UV-B-valojakson vaikutusta antioksidanttiaktiivisuuteen, kokonaisfenolien, kokonaisflavonoidien ja erityisesti rosmariinihapon, klorogeenihapon, ferulahapon ja kversetiinin muodostumiseen. Tutkittavana kasvina oli eräs Suomessa tuntematon ja Turkissa endeeminen lemmikkikasveihin kuuluva neidonkieli, *Echium orientale* L., jonka

uutteita käytetään kansanlääkinnässä fenolisten yhdisteensä aiheuttamien terveysvaikutusten vuoksi. UV-B-stressillä oli erityisesti rosmariinihapon ja kversetiinin tuottoon suuri vaikutus, mutta myös kokonaisfenoli- ja kokonaisflavonoidipitoisuudet sekä antioksidanttiaktiivisuus olivat korkeammat. Huomionarvoista on, että edellä mainitut pitoisuudet olivat korkeat heti altistuksen päätyttyä, mutta vielä korkeammat vasta viikon kuluttua UV-B-stressin päättymisestä. (Yildirim, 2020, ss. 1–7)

Kerrosviljelyssä on mahdollista käyttää LED-valoja, jotka ovat tehokkaita ja energiataloudellisia valonlähteitä kasvatukseen, joka perustuu täysin keinotekoiseen valoon. LED-valojen spektriä on mahdollista säätää sellaiselle aallonpituudelle, jolla saadaan toivottuja vaikutuksia aikaiseksi kasveissa. LED-valojen käyttö kasvatuksessa on suhteellisen uutta tekniikka, joten niiden käytöstä tai vaikutuksista moniin kasvilajeihin ei ole vielä kattavasti tutkimustietoa, mutta useissa tutkimuksissa tutkitaan parhaillaan optimaalista valon spektriä maksimaalisen tuottavuuden saavuttamiseksi. (Holopainen ym., 2018, s. 8)

Tutkimuksissa on huomattu, että tarjoamalla salaatile keltaista valoa punaisen ja sinisen valon lisäksi saadaan merkittävästi korkeampi saanto kuin punaisen ja sinisen valon yhdistelmällä tai pelkällä valkoisella valolla (Han ym., 2017).

Erään yhteenvedon mukaan vihreän valon on havaittu nostavan tokoferoli- ja kokonaisfenolipitoisuutta kasveissa. Sininen valo nostaa yli 30 fenolisen yhdisteen, karotenoidien ja antosyaniinien pitoisuutta kasveissa. Punainen valo lisää monoterpeenien pitoisuutta ja korkeapunainen valo seskviterpeenien, kokonaisfenolien ja karotenoidien pitoisuutta kasveissa. Joihinkin sekundäärimetaboliitteihin valon spektrin muutokset vaikuttavat negatiivisesti. Punainen valo muun muassa vähentää C-vitamiinipitoisuutta ja korkeapunainen valo vähentää antosyaniinin ja karotenoidien pitoisuutta. (Holopainen ym., 2018)

Tutkimuksissa on havaittu osin ristiriitaisia tuloksia koskien sinisen valon osuuden lisääystä fenolisten yhdisteiden ja terpeenien muodostumiseen. Tillillä, basilikalla ja persiljalla saavutettiin fenolisten yhdisteiden ja terpeenien parempi saanto lisäämällä sinisen valon osuutta 7 prosenttiin saakka. Sen sijaan kasvattamalla sinisen valon osuutta 30 prosenttiin alkoi saanto useimmissa tapauksissa laskea. (Litvin ym., 2020, ss. 18–29)

Tutkimuksessa punaista perillaa eli veripeippiä (*Perilla frutescens*) kasvatettiin kerrosviljelytekniikalla ja tutkittiin johtokyvyn ja valointensiteetin vaikutusta kasvin biomassantuottoon sekä apigeniinin ja luteoliinin muodostumiseen. Apigeniini ja luteoliini ovat antikarsinogeenisia perillassa esiintyviä flavonoideja. Korkeammalla valon intensiteetillä saavutettiin punaisen perillan kanssa korkeampi apigeniinin pitoisuus riippumatta johtokyvystä, kun taas johtokyvyn lasku eli kasvin stressaaminen ravinneköyhyydellä aiheutti korkeamman luteoliinin saannon. (Lu ym., 2018, s. 4)

Useissa tutkimuksissa on osoitettu sinisen valon lisäämisen vaikuttavan positiivisesti terveysvaikutteisten sekundäärimetaboliittien muodostumiseen. Esimerkiksi sinisen valon lisäyksen vaikutusta fenolisten yhdisteiden, karotenoidien ja C-vitamiinin saantoon on tutkittu pak choilla (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* var. *communis*). Sinisen valon lisäyksiä vertailtiin neljässä eri tasossa, jotka olivat nollataso, 50, 100 ja 150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Sinistä valoa lisäämällä 50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  saakka saavutettiin punalehtisen pak choin korkein karotenoidisaanto. Tätä korkeammilla sinisen valon lisäyksillä sen sijaan saavutettiin matalampi karotenoidien saanto kuin ilman sinisen valon lisäystä. Punalehtisen pak choin kokonaisfenoleilla suurin saanto saavutettiin lisäämällä sinistä valoa 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  saakka, mikä oli lähes 35 % parannus verrattuna nollatasoon. Myös kokonaisflavonoidipitoisuus nousi sinisen valon lisäämisen myötä. Antosyaniinipitoisuus kasvoi samassa suhteessa sinisen valon lisäyksen kanssa. C-vitamiinin määrä viisinkertaistui nollatasosta, kun sinisen valon lisäys oli 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . (Zheng ym., 2018, ss. 2250–2251)

## 5 Suomessa alihyödynnetyt kerrosviljelyyn soveltuvat hyötykasvit

Tähän kappaleeseen on koottu useita terveysvaikutteisiksi todettuja hyötykasveja, joita ei tällä hetkellä viljellä Suomessa laajassa mittakaavassa lainkaan, saati kerrosviljelytekniikalla. Nämä alihyödynnetyt hyötykasvit voisivat kokonsa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta soveltua kerrosviljelyyn tuoden puutarha-alan yrittäjille uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia. Osa kasveista on villiyrtejä ja osa muualla maailmassa viljelykäytössä olevia kasveja.

Useat näistä hyötykasveista ovat käyttökelpoisia nautittaviksi sellaisenaan tai jalostettaviksi korkeamman arvon tuotteiksi. Viljelyteknisillä keinoilla kerrosviljelyssä hyötykasveille

voidaan saada merkittävää arvon nousua esimerkiksi kasvattamalla niitä siten, että bioaktiivisten yhdisteiden pitoisuudet kasvavat, jolloin kasveista voidaan eristää ja tuotteistaa arvokkaita bioaktiivisia yhdisteitä. Tässä luvussa tarkasteltavien kasvien lisäksi luvussa 5 perehdytään kolmeen erityistä mielenkiintoa herättäneeseen hyötykasviin hieman tarkemmin.

### 5.1 Vihannessinappi *Brassica rapa* L. var. *perviridis*

Vihannessinappi eli komatsuna on japanilainen viljelykasvi, jota käytetään Japanissa samaan tapaan kuin Suomessa salaattia (Kuva 1, s. 23). Maultaan vihannessinappia luonnehditaan yhdistelmäksi, jossa on vivahteita kaalin, pinaatin ja sinapin mausta. Vihannessinappi on kaksivuotinen, mutta sitä viljellään yksivuotisena. Vihannessinapin kasvatusaika on keskimäärin 45–55 vuorokautta. (Hyötykasviyhdistys, n.d.-a)

Vihannessinappi voi kasvaa 20–35 cm korkeuteen jo 20–30 päivän kuluttua kylvöstä. Tummanvihreät lehdet ovat kooltaan noin 18–30 cm. Vihannessinappia voi kasvattaa monenlaisissa lämpötiloissa, mutta tavallisesti sitä viljellään Japanissa viileämpinä ajanjakoina, kuten keväällä ja syksyllä. Vihannessinappi kasvaa parhaiten runsasravinteisessä ja vettä pidättävässä alustassa, jota kastellaan usein, koska juuret kasvavat syväälle. (Queensland Government, 2007)

Vihannessinappi sisältää A-vitamiinia 495 µg/100 g tp, C-vitamiinia 130 mg/100 g tp (tuorepainoa kohden) ja kalsiumia 210 mg/100 g tp (U.S. Department of Agriculture, 2018) Japanilaisessa tutkimuksessa verrattiin kaupallisen vihannesmehun vaikutuksia omenasta, banaanista ja vihannessinapista tuorepuristettuun mehun vaikutuksiin kolesteroliaineenvaihdunnassa. Tutkimuksessa todettiin omenaa, banaania ja vihannessinappia sisältävän tuoremehun laskevan neljän viikon käytön aikana seerumin kolesterolia keski-ikäisillä miehillä ja siten vaikuttavan jo lyhyessä ajassa kolesteroliaineenvaihduntaan, minkä oletetaan johtuvan vihannessinapin sisältämästä S-metyylikysteiniinisulfoksidista. (Aiso ym., 2014, s. 5)

## 5.2 Pikkuluppio *Sanguisorba minor*

Pikkuluppio on Välimeren seudulla luonnonvaraisena esiintyvä ruusukasvien heimoon kuuluva monivuotinen maustekasvi, jonka kukkaosa voi vapaana kasvaa 60–100 cm korkeaksi, lehtiosat ovat matalampia (Kuva 1). Pikkuluppiota on perinteisesti käytetty lääkinnällisiin tarkoituksiin, lisäksi nuoria versoja ja lehtiä käytetään salaattiseoksissa, johon tarkoitukseen se myös kerrosviljelyssä sopisi. Pikkuluppiosta on löydetty yli 120 sekundäärimetaboliittia, muun muassa flavonoideja ja terpeenejä. Ennen kaikkea pikkuluppiossa on runsaasti fenolisia yhdisteitä, joilla on osoitettu olevan lääkinnällisiä vaikutuksia, kuten antiallergeenisia, tulehdusta ehkäiseviä, antiviraalisia, antibakteerisia ja hermostoa suojaavia vaikutuksia. Tärkeimmät rasvahapot pikkuluppiossa ovat palmitiini (29,1 %), linolihappo (22,6 %) ja linoleenihappo (21,4 %). (Karkanis ym., 2019, s. 1340; Viano ym., 1999, s. 4645)

Pikkuluppion siemenet tarvitsevat neljän viikon kylmäsäätelyn ennen kylvöä (Hyötykasviyhdistys, n.d.-b). Pikkuluppio kasvaa kalkkisessa ja vähäravinteisessä kasvualustassa paremmin kuin runsasravinteisessä alustassa ja sietää hyvin kuivuutta. Pikkuluppiolla ei ole tunnettuja haittavaikutuksia. Leikkaamalla kasvin matalaksi siitä saa useamman sadon nuoria versoja kasvukauden aikana. (The Balkan Ecology Project, n.d.)

Kuva 1. Vasemmalla vihannessinappi (kuva: Peter Turner Photography, n.d.-a), oikealla pikkuluppio (kuva: Winter, n.d.).



### 5.3 Jääruoho *Mesembryanthemum crystallinum*

Jääruoho, jääpäivikki eli soodajääpäivikki on mehikasveihin kuuluva Afrikan suolaisilta rannikkoalueilta kotoisin oleva monivuotinen kasvi, jonka elinkaari puutarhoissa on yleensä muutaman kuukauden pituinen. Jääruohoa on kasvatettu jo 1700-luvulla. Mehevät lehdet kasvavat noin 10 cm korkuisiksi ja varret kasvavat maata pitkin noin 50 cm pituisiksi. Jääruohoa kasvatetaan syötävien lehtien vuoksi elintarvikkeeksi, lääkinnälliseksi kasviksi ja koristeellisuutensa vuoksi koristekasviksi. Kosmetiikassa sitä käytetään saippuan tavoin. Jääruohoa kasvatetaan myös tarkoituksena poistaa suolaa maaperästä. Repeat lehdet kiteyttävät haihduttaessaan suolaa, joka kimmeltää jääkiteiden tavoin lehtien pinnalla (Kuva 2, s. 25). Jääruohoa voidaan käyttää esimerkiksi pinaatin tavoin. Mehevissä lehdissä on hapan ja lievästi suolainen ja sitruunainen maku ja ne voidaan syödä sellaisenaan. Jääruoholla ei ole todettuja haittavaikutuksia. Itämisaika on noin 10–30 vuorokautta ja kylvöstä satoon kestää noin kaksi kuukautta ja satoa voidaan korjata lehtinä koko kasvukauden ajan. (Useful Tropical Plants Database, 2019a; Tropical Garden, n.d.-a; Hyötykasviyhdistys, n.d.-c)

Perinteisessä kansanlääkinnässä jääruohosta puristettua mehua on käytetty rauhoittamaan virstateiden ja hengitysteiden limakalvoja sekä poistamaan nestekertymiä kehosta ja rauhoittamaan keuhkotulehduksia. Jääruohossa on korkea antioksidanttiaktiivisuus sekä fenolisia yhdisteitä noin 24 mg/g, joista flavonoideja noin 5 mg/g. (Ibtissem ym., 2012, 259–365)

### 5.4 Sareptansinappi *Brassica juncea*

Sareptansinappi on todennäköisesti kotoisin Himalajan ja Kiinan seudulta. Alkuperästä ei ole täyttä varmuutta, koska sitä on viljelty jo satoja vuosia muun muassa siemeniensä sisältämän öljyn vuoksi. Öljy sisältää runsaasti erukahappoa, joka liiallisesti nautittuna on terveydelle haitallista. Siemenistä valmistetaan perinteistä sinappia miedomman makuista maustetahnaa. Koko kasvi on elintarvikkeena käyttökelpoinen ja kasvaa noin 70 cm korkeaksi, kukkiessaan jopa 160 cm korkeaksi. (Useful Tropical Plants Database, 2019b)

Suuren kokonsa vuoksi kerrosviljelyssä sareptansinappi kannattaa käyttää nuorina versoina salaatin tavoin tai kypsänä pinaatin tavoin (Kuva 2). Sen kuvaillaan muistuttavan maultaan miedosti sinappia, joka antaa sopivasti pippurimaisuutta salaatteihin. Kukkiessaan maku muuttuu polttavaksi. Myös juuri keitettynä soveltuu omaksi ruokalajikseen. Yksivuotisen sareptansinapin itämisaika on 5–15 vuorokautta 20–25 °C:ssa ja se kasvaa hyvin vettä pidättävässä ja ravinteikkaassa alustassa. Sareptansinapista on kymmeniä variaatioita, sekä vihreitä että punaisia. Tieteelliset nimet tälle näille variaatioille eivät ole yhdenmukaisia. Kähäräsinaappi *Brassica juncea* var. *crispifolia* on eräs variaatio, joka kasvaa 20 vuorokaudessa minisalaatiksi ja 45 vuorokaudessa täyteen kokoonsa eli 30–45 cm korkeuteen. (Hyötykasviyhdistys, n.d.-d ja n.d.-e; Exotic Garden, n.d.-b; Useful Tropical Plants Database, 2019b)

Lehdillä on hiivalääkkeen kaltaisia, antioksidanttisia ja valtimon kovettumista ehkäiseviä vaikutuksia. Sareptansinappi on hyvä fenolisten yhdisteiden lähde. Fenolisista hapoista yli 70 % on sinappihappoa ja loput sinappihapon koliiniestereitä, sinapiinia ja glykosidiä. Lehdet sisältävät glukosinolaateista sinigriiniä, kuten muutkin ristikukkaiskasvit. Tämä yhdessä fenolisten yhdisteiden kanssa antaa kasville kitkerää ja astringoivaa makua. (Kumar ym., 2011, s. 4)

Kuva 2. Vasemmalla jääruoho (kuva: Rieger, n.d.), oikealla sareptansinappi (kuva: Peter Turner Photography, n.d.-b).



## 5.5 Kirjorevonhätä *Amaranthus tricolor*

Kirjorevonhätä eli kiinanpinaatti on Kaakkois-Aasiassa perinteisesti viljelty yksivuotinen lehtivihannes. Revonhätäkasvien heimoon kuuluvat tämän lisäksi myös esimerkiksi pinaatit ja savikat. Kirjavan ja näyttävän ulkonäkönsä vuoksi sitä käytetään myös koristekasvina. Lehtiä käytetään raakana salaatin tavoin tai pinaatin tavoin kypsennettynä (Kuva 3, s. 27). Lehtien maun sanotaan olevan mieto ja muistuttavan saksanpähkinän makua. Jos kasvi halutaan kasvattaa täyteen yhden metrin korkeuteensa, voidaan rapea varsi tällöin käyttää parsan tavoin. Koko kasvista voidaan eristää vihreää ja keltaista väripigmenttiä. (Useful Tropical Plants Database, 2019c; Thomas Jefferson Foundation, n.d.)

Kirjorevonhätää kasvatetaan ravinteikkaassa alustassa 22–30 asteen lämpötilassa. Laji ei ole myrkyllinen, mutta liian typpipitoisessa alustassa se varastoi helposti haitallista nitraattia lehtiinsä. Varsi sisältää nitraatin lisäksi oksalaattia. Näiden antiravinteiden ei katsota aiheuttavan terveydellistä haittaa, jos kasvia nautitaan enintään 200 g/vrk. Keittäminen runsaassa vedessä poistaa antiravinteita. Itämisaika on 10–20 vuorokautta ja itämistä edistää lämmin kasvualusta ja yölämpötilan pudottaminen. Kerrosviljelytekniikalla lehtivihanneksena kasvatettaessa satoa saadaan 30–50 vuorokauden kuluttua kylvöstä. (Useful Tropical Plants Database, 2019c; AVRDC The World Vegetable Center, 2011, ss. 1–7)

Kirjorevonhännän vesiutteella on rottakokeissa havaittu olevan antioksidanttista vaikutusta. Samassa tutkimuksessa todettiin kirjorevonhännän vesiutteen tasapainottavan korkeaa verensokeria sekä siihen liittyviä kohonneita veren rasva-arvoja. Vaikutuksien uskotaan johtuvan kirjorevonhännän sisältämistä polyfenoleista ja tanniineista (Clemente & Desai, 2011, s. 601)

Kirjorevonhätä sisältää enemmän kalsiumia, sinkkiä, kaliumia, C-vitamiinia ja K-vitamiinia kuin pinaatti. Kirjorevonhätä on erityisen hyvä (1140 µg/100 g tp) K-vitamiinin lähde. Muita runsaasti esiintyviä mikroravinteita kirjorevonhännässä ovat rauta, A-vitamiini, B2-, B3-, B6- ja B9-vitamiinit. (AVRDC The World Vegetable Center, 2011, ss. 1–7)



## 5.6 Japaninyrttiputki *Cryptotaenia japonica*

Japaninyrttiputki eli mitsuba on yleinen viljelykasvi Kiinassa, Japanissa, Taiwanissa ja Koreassa. Aromikasta havunkaltaista makua verrataan sileälehtiseen persiljaan ja lehtiselleriin, joiden tavoin sitä voidaan käyttää (Kuva 3). Kasvi on monivuotinen, mutta sitä voidaan viljellä yksivuotisen tavoin. Mitsuba kasvaa noin 30–40 cm korkeaksi. Mitsuba itää 15 celsiusasteessa 8–14 vuorokaudessa. (Yamaguchi, 2012, s. 249)

Jo vuosikymmeniä sitten on tutkittu, että kasvin maku saa vivahteita kasvin sisältämistä eteerisistä öljyistä, jotka sisältävät runsaasti monoterpeenejä ja seskviterpeenejä (Hayashi, Okuda, & Matsuura, 1969, s. 3026). Kasvissa eniten esiintyviä fenolisia yhdisteitä ovat luteoliini (107 mg/g kp = kuivapainoa kohti), apigeniini (14 mg/g kp) ja *p*-kumariinihappo (8 mg/g kp), joten japaninyrttiputki on lupaava luonnollisten antioksidanttien, antibakteeristen ja tulehdusta hillitsevien yhdisteiden lähde elintarvike- ja ravintolisäkäyttöön (Lu ym., 2018, s. 522).

Kuva 3. Vasemmalla kirjorevonhätä (kuva: Ninoninos, n.d.), oikealla japaninyrttiputki (kuva: Jreika, n.d.).



## 5.7 Litulaukka *Alliaria petiolata*

Litulaukka kasvaa Etelä-Suomessa ja länsirannikolla satunnaisesti luonnonvaraisena. 1700-luvulla Englannissa ja Amerikassa ristikukkaiskasveihin kuuluvaa litulaukkaa on käytetty antamaan leipä- ja kala-aterioille suolaista makua. Amerikassa laji on päässyt leviämään hallitsemattomasti, jonka vuoksi se luokitellaan siellä haitalliseksi vieraslajiksi. Kasvi on korkeudeltaan 30–100 cm. Ensimmäisen ja toisen vuoden versot ovat ulkonäöltään toisistaan poikkeavia. Kerrosviljelykäyttöön soveltuvia ovat ensimmäisen vuoden nuoret matalat versot (Kuva 4, s. 29). (Piippo, 2016; Blazevic & Mastelic, 2008).

Litulaukan makua kuvataan pippuriseksi, valkosipulimaiseksi ja kitkeräksi. Kasvi kannattaa käyttää tuoreena lehtivihanneksen tai yrtin tapaan, koska maku häviää kypsennettäessä tai kuivattaessa. Koko kasvi on käyttökelpoinen elintarvikkeena. Litulaukan juurissa on piparjuurta muistuttava maku. Litulaukka sisältää glukosinolaatteja, kuten sinigriniä ja glukotropaeliinia, jotka muuttuvat entsyymien vaikutuksesta rikki-pitoiseksi valkosipulin tuoksuiseksi yhdisteeksi. (Piippo, 2016, s. 86)

Litulaukan sisältämät glukosinolaatit liiallisesti nautittuna aiheuttavat goitrogeenisia vaikutuksia, jotka aiheuttavat haittaa muun muassa kilpirauhasen vajaatoiminnasta kärsiville, koska tällöin elimistön kyky käyttää jodia hyödyksi heikkenee (Suomen Kilpirauhasliitto ry, 2014, s. 13). Glukosinolaateista litulaukka sisältää sinigriniä ja glukotropaeliinia, joka on bentsyyli-isotiosyanaatin edeltäjä, jolla on osoitettu vaikutuksia useiden syöpätyyppien ehkäisyssä (Ranjan ym., 2019, s. 6). Litulaukasta ajatellaan olevan apua painonhallintaan, sydämen terveyteen ja kolesteriarvojen hallintaan, mutta siemenien sisältämän erukahapon vuoksi litulaukan siemeniä tulee käyttää maltilla (Piippo, 2016, s. 87). Runsaan C-vitamiinin (261 mg/100 g tp) ja karotenoidien (13,3 mg/100 g tp) lisäksi litulaukassa on fenoleita, kuten flavoni-6-C-glykosidejä, apigeniinia ja hydroksikanelihappojohdoksia (Guil-Guerrero ym., 2007; Piippo, 2016, s. 86).

## 5.8 Kesäkynteli *Satureja hortensis*

Kesäkynteli on kotoisin Välimeren alueelta ja sitä viljellään Etelä-Euroopassa. Pippurisen makunsa vuoksi tätä huulikukkaisiin kasveihin kuuluvaa yrttiä kutsutaan myös pippuriyrtiksi.

Tuoreena kesäkyntelin maku muistuttaa hieman salviaa ja timjamia. Yksivuotista kesäkynteliä käytetään yrttien tapaan mausteena ruuissa pippurin ja suolan korvaajana. Lääketeollisuus käyttää kesäkynteliä sen sisältämien eteeristen öljyjen vuoksi. Kesäkyntelin sanotaan estävän ilmaivoja ja edistävän suoliston toimintaa. Kesäkynteli itää 20 °C:ssa kasvualustassa 1–2 cm:n syvyydessä noin 1–2 viikossa. Kesäkynteli kasvaa 30–45 cm korkeaksi ja sen voi latvoa 10 cm:n korkeudessa, jonka jälkeen saadaan uusi sato (Kuva 4). (Yrttitarha, n.d.-a; Hyötykasviyhdistys, n.d.-f; Kring, 2018)

Kesäkyntelin eteerisiä öljyjä ovat muun muassa karvakroli, p-symeeni,  $\alpha$ -tujoni,  $\alpha$ -pineeni,  $\beta$ -myrsiini,  $\beta$ -terpineeni, tymoli, linaloli ja  $\beta$ -karyofylleeni. Edellä mainittujen eteeristen öljyjen vuoksi kesäkynteliä käytetään maustamisen ja lääketeollisuuden lisäksi myös parfyymiteollisuudessa. Antioksidatiivisten, antibakteeristen ja hiivoja ehkäisevän ominaisuutensa vuoksi kesäkyntelillä saattaa olla käyttöä ruokateollisuudessa pilaajamikrobien ja hapettumisen hillitsemiseksi. (Hassanzadeh ym., 2016, s. 757)

Kuva 4. Vasemmalla litulaukka (Kuva: Weha, n.d.), oikealla kesäkynteli (Kuva: Braxmeier, n.d.).



## 5.9 Salaattikleitonia *Claytonia perfoliata*

Salaattikleitonia eli talviportulakka on ollut tunnettu salaattivihannes Amerikan uudisasukkaiden ja kaivostyöläisten keskuudessa Kalifornian kultaryntäyksen aikaan 1800-luvulla. Tuolloin sen tiedettiin ehkäisevän ja parantavan keripukkia. Lehdissä, varressa ja kukissa on runsaasti kalsiumia, C-vitamiinia ja proteiinia. Salaattikleitonian on uskottu omaavan lääkinnällisiä vaikutuksia, sillä sitä on Amerikan alkuperäiskansojen keskuudessa käytetty haudukkeena, jolla on laksatiivisia vaikutuksia. Miedosti kirpeän ja happaman makuista salaattikleitoniaa voidaan käyttää salaatin tavoin tai kypsennettynä.

Salaattikleitonia sisältää runsaasti oksalaattia (562,9 mg/100 g tp), joten runsasta käyttöä tulee välttää, koska liika oksalaatinsaanti saattaa aiheuttaa munuaiskiviä. (Kanala & Savage, 2016, ss. 1290–1296)

Kasvin itämisaika on 10–30 vuorokautta ja se kasvaa noin 20 cm:n korkeuteen (Kuva 5).

Salaattikleitoniaa kasvatetaan turvealustalla, jonka ei ole välttämätöntä olla ravinteikas, sillä luonnossakin kasvi esiintyy yleensä hiekkaisilla mailla, jotka voivat olla kosteita tai kuivia.

Salaattikleitonia on erittäin kylmänkestävä ja viihtyy hyvin viileässä (Plants For A Future, n.d.-a). Suomessakin on joitakin esiintymiä (Lampinen & Lahti, 2019).

Kuva 5. Salaattikleitonia (Kuva: Wylezich, n.d.).



### 5.10 Liuskaratamo *Plantago coronopus*

Liuskaratamo on kotoperäinen laji etenkin rannikkoalueiden vaihtelevissa ja suolaisissa olosuhteissa Euroopassa, Pohjois-Afrikassa ja Lähi-Idässä, josta se on levinnyt ympäri maailmaa, muun muassa Pohjois- ja Etelä-Amerikkaan, Australiaan ja Etelä-Afrikkaan. Balkanilaisessa keittiössä sitä syödään perinteisesti keitettynä ja Ranskassa ja Italiassa sitä syödään salaattivihanneksena. Koko kasvi on syöntikelpoinen, joskin juuressa, lehdissä ja kukissa hieman erilainen ravinnepitoisuus. Useissa maissa liuskaratamolla on lääkinnällisiä käyttötarkoituksia, kuten käyttö kipulääkkeenä, tulehdusta ja syöpää ehkäisevänä rohtona sekä hengitystieinfektioiden rohtona. Liuskaratamo on erityisen käyttökelpoinen ehkäisemään oksidatiiviseen stressiin liittyviä sairauksia. Liuskaratamon lehdet sisältävät runsaasti fenolisia yhdisteitä, ennen kaikkea flavonoideja, hydroksikanelihappojohdoksia sekä kondensoituneita tanniineja. Liuskaratamon lehdet sisältävät runsaasti mineraaleja ja useita välttämättömiä aminohappoja. (Pereira ym., 2017, ss. 632–641; CAB International, 2020)

Liuskaratamo viihtyy parhaiten hiekkaisessa vähäravinteisessä kasvualustassa korkeassa valointensiteetissä (Kuva 6, s. 32). Itämisaika on 10–30 vuorokautta. Korkeudeltaan kasvi on 20–30 cm. Maultaan se on hienostunut, mausteinen, lievästi hapan ja suolainen. (Hyötykasviyhdistys, n.d.-g; CAB International, 2020)

### 5.11 Peltokanankaali *Barbarea vulgaris*

Peltokanankaali on ristikukkaiskasvien heimoon kuuluva lähes koko Suomessa teiden varsilla ja pelloilla esiintyvä kaksivuotinen kasvi, joka kukkii toisena vuotena (Kuva 6, s. 32). Peltokanankaalia esiintyy myös lähes koko Euroopan alueella sekä Pohjois- ja Keski-Afrikassa. Laji ei kuulu Suomen alkuperäiseen lajistoon, vaan on levinnyt maahan 1800-luvulla ulkomaisten kylvösiementen mukana. Se on levinnyt ihmisen mukana myös Pohjois-Amerikkaan, jossa sitä pidetään rikkakasvina, kuten Suomessakin. Kooltaan peltokanankaali on 30–60 cm. Ensimmäisen vuoden versot sopivat kokonsa puolesta hyvin kerrosviljelyyn. Toisena vuotena kasvi kukkii ja kasvaa korkeammaksi. Maultaan peltokanankaali muistuttaa vesikrassia ja vihanneskrassia ja on hieman sitruunainen. Nuoret versot käytetään tuoreena salaatin tapaan ja vanhat lehdet käytetään keitettynä, sillä keittäminen poistaa niistä



kitkeryyttä. Kasvin voi korjata myös silloin, kun se muistuttaa miniparsakaalia, jolloin kypsennyskin tapahtuu samaan tapaan. Peltokanankaali kasvaa parhaiten kosteassa, vettä pidättävässä kasvualustassa. Itämisaika on 2–3 viikkoa. (Piippo, 2016, s. 115; iNaturalist, n.d., Temperate Plants Database, 2019a; Holmberg ym., 2009, s. 89)

Tuoreilla lehdillä on ruokahalua ja virtsaneritystä lisäävä vaikutus (Yrttitarha, n.d.-b). Nuoret lehdet sisältävät paljon C-vitamiinia, 97–200 mg/100 g tp ja A-vitamiinia 507 µg/g tp ja karotenoideja 3 040 µg/g tp (Piippo, 2016). Murskattuja lehtiä voidaan käyttää haavan hoidossa (Temperate Plants Database, 2019a). Lehtiä tulee nauttia maltillisesti, sillä peltokanankaalin käyttö on yhdistetty munuaisten toimintahäiriöön (Temperate Plants Database, 2019a).

Kuva 6. Vasemmalla liuskaratamo (Kuva: Bildagentur Zoonar GmbH, n.d.), oikealla peltokanankaali (Kuva: Pavan, n.d.).



## 5.12 Tarkasteltujen kasvien terveysväittämät ja bioaktiiviset yhdisteet

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltujen kasvien terveysväittämät ja bioaktiiviset yhdisteet on taulukoitu (Taulukko 1, s. 33–34). Lisäksi opinnäytetyön liitteenä (Liite 1) on laajempi versio taulukosta, joka sisältää kunkin kasvin mahdolliset tunnistetut haittavaikutukset ja -aineet sekä kasvin tyypillisen käyttötavan. Jos kasvin sallittu käyttö ravintolisänä tai rohdoksena on

mainittu EU-komission BELFRIT-listalla (European Commission, 2017), on maininta siitä lisätty taulukon laajempaan versioon.

Taulukko 1. Yhteenveto tarkasteltujen hyötykasvien terveystieteistä ja bioaktiivista yhdisteistä

Suomenkielinen nimi <i>Tieteellinen nimi</i>	Terveystieteet	Bioaktiiviset yhdisteet
<b>Vihannessinappi, komatsuna</b> <i>Brassica rapa var. Perviridis</i>	Parantaa kolesteroliaineenvaihduntaa	S-metyylikysteiinisulfoksidi, kalsium, vitamiinit A, C
<b>Pikkuluppio</b> <i>Sanguisorba minor</i>	Anti-allergeeninen, tulehdusta ehkäisevä, antiviraalinen, antibakteerinen, hermostoa suojaava	Flavonoidit, terpeenit
<b>Jääruoho, jääpäivikki</b> <i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	Rauhoittaa virtsateiden ja hengitysteiden limakalvoja, poistaa nesteitä	Fenoliset yhdisteet, etenkin flavonoidit
<b>Kähäräsiniappi, sareptansiniappi</b> <i>Brassica juncea</i>	Hiivalääkkeen kaltaisia, antioksidanttisia ja valtimon kovettumista ehkäiseviä vaikutuksia	Fenolisia happoja: sinappihappo, sinapiini, glykosidi
<b>Kirjorevonhäntä, kiinanpinaatti</b> <i>Amaranthus tricolor</i>	Antioksidanttinen, antidiabeettinen, veren rasva-arvoja laskeva	Vitamiinit K, A, C, B2, B3, B6, B9, rauta, kalsium, sinkki, kalium
<b>Japaninyrttiputki, mitsuba</b> <i>Cryptotaenia japonica</i>	Antioksidanttinen, antibakteerinen, tulehdusta hillitsevä	Mono- ja seksiterpeenit, luteoliini, apigeniini, kumariinihappo
<b>Litulaukka</b> <i>Alliaria petiolata</i>	Ehkäisee syöpää, auttaa panonhallinnassa, edistää sydämen terveyttä ja hyviä kolesteroliarvoja	C-vitamiini, karotenoidit, flavoni-6-c-glykosidi, apigeniini, hydroksikanelihappojohdokset, glukotropaeliini, sinigriini
<b>Kesäkynteli</b> <i>Satureja hortensis</i>	Edistää suolen toimintaa, estää ilmavaivoja, antioksidatiivinen, antibakteerinen	Karvakroli, <i>p</i> -symeeni, $\alpha$ -tujoni, $\alpha$ -pineeni, $\beta$ -myrsiini, $\beta$ -terpineeni, tymoli, linaloli ja $\beta$ -karyofylleeni
<b>Salaattikleitonia, talviportulakka</b> <i>Claytonia perfoliata</i>	Laksatiivinen	Kalsium, C-vitamiini, proteiini

<p><b>Liuskaratamo</b> <i>Plantago coronopus</i></p>	<p>Kipulääke, tulehdusta ja syöpää ehkäisevä, ehkäisee oksidatiiviseen stressiin liittyviä sairauksia</p>	<p>Flavonoidit, kondensoituneet tanniinit, hydroksikanelihappojohdokset, mineraalit, välttämättömät aminohapot</p>
<p><b>Peltokanankaali</b> <i>Barbarea vulgaris</i></p>	<p>Ruokahalua ja virtsan eritystä lisäävä vaikutus, haavanhoito</p>	<p>Vitamiini C, A, karotenoidit</p>
<p><b>Veripeippi, perilla</b> <i>Perilla frutescens</i></p>	<p>Vähentää sydän- ja verisuonitautien riskiä, bakteereja ja viruksia torjuvia vaikutuksia</p>	<p>Eeteriset öljyt, perillaldehydi, perillalkoholi, limoneeni, <math>\alpha</math>-pineeni, trans-shisooli, rosmariinihappo, arginiini, alfa-linoleenihappo</p>
<p><b>Vihannesportulakka</b> <i>Portulaca oleracea</i></p>	<p>Kansanlääkinnällinen: laksatiivi, sydämen toiminnan tehostaja, lihasrelaksantti, diureetti, tulehdusta ehkäisevä.</p> <p><i>In vivo</i>: ehkäisee tulehduksellisia verisuonisairauksia ja valtimonkovettumatautia, lievittää kipua, diabeetikolla laskee verensokeria ja veren rasva-arvoja</p>	<p>Kalium, magnesium, vitamiinit A ja E, Omega-3 (ALA), fenolisia happoja, klorogeenihappo, flavonoideja, alkaloidieja, välttämättömiä aminohappoja, betaiinia</p>
<p><b>Parakrassi</b> <i>Acmella oleracea</i></p>	<p>Kansanlääkinnällinen: suu-, kurkku- ja hammassairauksien hoito, reuman, anemian ja flunssan hoito.</p> <p><i>In vivo</i>: suojelee suun mikrobiomia, hermosoluja suojaava, diureetti, tulehdusta ehkäisevä, haavaisen paksusuolen hoito, hyönteismyrkky, parakrassista eristetyt yhdisteet toimivat tunnetusti vasorelaksanteina ja kuumetta alentavina</p>	<p>Spilantoli, kversetiini, ferulahappo, vanilliinihappo, trans-ferolihappo, kumariini, triterpeenit, seksiterpeenit, limoneeni</p>



## 6 Kerrosviljely- ja jatkotutkimuksien kannalta kiinnostavimmat kasvit

Vihannesportulakka, veripeippi ja parakrassi vaikuttavat kokonsa, bioaktiivisten yhdisteidensä ja kasvunopeutensa puolesta soveltuvan erinomaisesti kerrosviljelyyn (Kuva 7). Vihannesportulakka unohdettuna perinnekasvina soveltuu kokonsa, rakenteensa ja makunsa puolesta lehtivihannekseksi, jossa on merkittävä määrä terveysvaikutteisia yhdisteitä, muun muassa alfa-linoleenihappoa. Veripeipin kaikilla variaatioilla on kiinnostava ulkonäkö ja lehtivihannekseksi soveltuva kasvutapa sekä runsaasti terveysvaikutteisia yhdisteitä, kuten rosmariinihappoa ja haihtuvia öljyjä. Suomessa veripeippiä myydään Järvikylän tuottamana salaattivihanneksena kauppanimellä perilla. Parakrassin maku on mieto, mutta suutuntuma on kihelmöivä, poreileva ja puuduttava, mikä johtuu parakrassin sisältämästä terveysvaikutteisesta arvokkaasta yhdisteestä spilantolista, jota käytetään elintarvikkeiden aromiaineena sekä lääkinällisiin tarkoituksiin.

Kuva 7. Yllä vihannesportulakka (Kuva: AnRo0002, 2014), alla veripeippi (Kuva: Alexas\_Fotos, 2018), oikealla parakrassi (Kuva: Tiainen, 2020).



Edellä mainittujen kasvien terveysvaikutuksista on olemassa laajasti näyttöä. Kerrosviljelyn kasvatusolosuhteita, kuten valon intensiteettiä ja spektriä säätämällä kyetään mahdollisesti vaikuttamaan näiden kasvien bioaktiivisten yhdisteiden pitoisuuksiin ja optimoimaan

pitoisuudet. Tällöin on tuotettavissa mahdollisimman terveystuottava hyötykasvi tai pidemmälle jalostettu korkeamman arvon lisäravinne tai kasvista eristetty yhdiste.

## **6.1 Vihannesportulakka *Portulaca oleracea***

Portulakka (*Portulaca oleracea*) on lieriömäinen yksivuotinen ruohovartinen mehikasvi, jonka kukkavarsi kasvaa noin 30–50 cm korkeaksi. Makua luonnehditaan meheväksi, lievästi happamaksi sekä pinaatin ja vesikrassin kaltaiseksi. Portulakkaa käytetään nykyään Välimeren maissa ja Aasiassa pataruokien ja keittojen lisänä sekä raakana salaateissa. Myrkytystietokeskuksen kasviluettelossa portulakka on myrkytön (HUS, n.d.).

### **6.1.1 Esiintyvyys**

Villiä portulakkaa tavataan helposti leviävänä rikkaruohona teiden varsilla, pelloilla ja puutarhoissa Yhdysvalloissa, Euroopassa, Aasiassa, Afrikassa ja Australiassa, missä sitä kerätään ravinnoksi (Nemzer ym., 2020, s. 1). Villistä muodosta jalostettua vihannesportulakkaa (*Portulaca oleracea* var. *sativa*) viljellään runsaasti Etelä-Euroopassa ja sitä on yleisesti viljelty Pohjoismaissakin vielä 1600–1800-luvulla (Ahonen-Raassina ym., 2000).

Suomessa portulakan käyttö on vähentynyt merkittävästi, eikä sitä tiettävästi ole laajassa kaupallisessa kasvatuksessa lainkaan tällä hetkellä. Suomen luonnossa esiintyvä vihannesportulakka on nykyään melko harvinainen. Luonnontieteellisen keskusmuseon kasvimuseon ylläpitämässä levinneisyyskartassa havaitaan vain muutamia esiintymiä (Lampinen & Lahti, 2019).

### **6.1.2 Kansanlääkintä ja lääkinälliset vaikutukset**

Portulakkaa on käytetty laajasti kansanlääkinnässä muun muassa palovammoihin, päänsärkyyn, suolisto-, maksa- ja vatsa- ja hengitysvaivoihin sekä niveltulehduksiin. Lisäksi kansanlääkinnässä tunnetaan portulakan käyttö laksatiivina, sydämen toiminnan tehostajana, lihasrelaksanttina, diureettina ja tulehdusta ehkäisevänä. (Uddin ym., 2014, s. 1)

Kansanlääkinnässä havaittuja terveysväittämiä on tutkittu myös tieteellisesti. Portulakan käytön on tutkittu vaikuttavan ehkäisevästi tulehduksellisiin verisuonisairauksiin ja valtimonkovettumatautiin (Lee ym., 2012, s. 5641). Kansanlääkinnässä havaittu portulakan tulehdusta ja kipua lievittävä vaikutus on osoitettu myös tutkimuksessa, jossa portulakan etanoliuutoksella on hoidettu hiiriä (Khan ym., 2000, s. 451). Rottakokeissa on osoitettu portulakan toimivan antioksidanttina ja laskevan diabeetikkojen verensokeria ja kohonneita veren rasva-arvoja, kuten triglyseridejä ja kokonaiskolesterolia (Mohammed ym., 2020, s. 895).

### 6.1.3 Bioaktiiviset yhdisteet

Villi portulakka ja etenkin viljelty vihannesportulakka sisältävät runsaasti fytokeemikaaleja, joita portulakasta on löydetty 184 erilaista, kuten orgaanisia happoja, fenolisia happoja, klorogeenihappoa, flavonoideja, alkaloideja, välttämättömiä aminohappoja ja betaiinia (Nemzer ym., 2020, s. 8). Vihannesportulakka sisältää enemmän kaliumia (432 mg/100 g tuorepainoa (tp) kohden) ja magnesiumia (57 mg/100 g tp) kuin hyvänä kaliumin ja magnesiumin lähteenä tunnettu banaani (Mohammed ym., 2020; THL, 2020).

Vihannesportulakka on eräs runsaimmin A-vitamiinia sisältävistä lehtivihanneksista. Sata grammaa vihannesportulakka sisältää 44 % päivittäisestä A-vitamiinin tarpeesta (U. S. Department of Agriculture, 2019).

Vihannesportulakka sisältää alfatokoferolia eli E-vitamiinia 12 mg/100 g kuivapainoa (kp) kohden ja antioksidanttina toimivia karotenoideja 120 mg /100 g kp. Portulakka sisältää merkittävän määrän, 190 mg/100 g kp, omega-3-rasvahappoja, erityisesti alfa-linoleenihappoa, verrattuna muihin lehtivihanneksiin. Kokonaisfenolien määrä on 117 mg/100 g kp. (Nemzer ym., 2020, ss. 1, 5)

Terveyttä edistävien yhdisteiden lisäksi portulakka sisältää runsaasti, noin 7000 mg /100 g kp oksalaattia, jonka saantia muun muassa munuaissairauksista kärsivien tulisi rajoittaa (Nemzer ym., 2020, s. 8). Portulakan villiä muotoa on kasvatettu menestyksekkäästi kasvihuoneessa vesiviljelytekniikalla siten, että 70 päivän kasvatuksen aikana saatiin satoa 12 kg/m<sup>2</sup>, jossa alfa-linoleenihappoa 130 mg/100 g tp nitraatti- ja oksalaattipitoisuuden pysyessä

sallituissa rajoissa, jolloin nitraattia on alle 1 000 mg/kg tp ja oksalaattia alle 450 mg/100 g tp (Gonnella ym., 2006, s. 717).

#### 6.1.4 Kylvö ja kasvatus

Terveyttä edistävien bioaktiivisten yhdisteiden vuoksi vihannesportulakkaa olisi suositeltava kasvattaa ammattimaisesti myös Suomessa. Kasvatuskontissa tapahtuvaan kerrosviljelyyn kasvi sopii erinomaisesti kokonsa ja nopean kasvunsa puolesta. Portulakan viljelty muoto kasvaa pystyymässä kuin villi muoto (Mason, 2003). Kylvöstä 6–8 viikon kuluttua sato voidaan korjata esimerkiksi leikkaamalla, jonka jälkeen portulakka kasvattaa uudet versot (Useful Temperate Plants Database, 2019c).

Portulakka lisääntyy sekä siemenestä että maahan jääneestä varren palasista. Portulakan siemenet kylvetään kostean kasvualustan pintaan, koska siemenet tarvitsevat valoa itääkseen. Kasvualustan tulee olla lämpötilaltaan vähintään 21 °C. Portulakka kykenee kasvamaan sekä ravinteikkaassa että köyhässä kasvialustassa ja taimetuttuaan kestää erittäin hyvin kuivuutta (Mason, 2003)

Portulakka on yksi niistä harvinaisista kasvilajeista, jotka pystyvät käyttämään yhteyttämismekanismiaan sekä CAM-yhteyttämistä että C<sub>4</sub>-yhteyttämistä (Ferrari ym., 2019, s. 1699). Tällöin kuivuusstressin kohdatessa, kasvi kykenee vaihtamaan yhteyttämismekanismiaan ja pitämään ilmaraot suljettuina.

Kasvatuskokeissa on osoitettu suolastressin lisäävän portulakan kykyä muodostaa bioaktiivisia yhdisteitä. Johtokyvyllä 8 dS m<sup>-1</sup> onnistuttiin tuottamaan lisää kokonaiskarotenoideja, -fenoleita ja -flavonoideja sadonmuodostuksen heikentymättä (Alam ym., 2014, s. 446). Suolankestävyytensä vuoksi portulakka sopii ravinteikkaaksi ruokakasviksi alueille, jossa viljely maaperän tai veden suolaisuuden vuoksi muutoin on hankalaa.

## 6.2 Veripeippi *Perilla frutescens*

Veripeippi eli perilla (*Perilla frutescens*) on sekä moni- että yksivuotinen huulikukkaiskasveihin kuuluva aasialaiselle keittiölle tyypillinen maustekasvi. Se kasvaa

luonnonvaraisena Kaakkois- ja Itä-Aasiassa ja on tuotu Eurooppaan 1700-luvulla. Veripeippi on korkeudeltaan noin 50–60 cm. Veripeipistä on useita variaatioita, muun muassa vihreä, violetti ja kähäräinen violetti. Aromaattinen veripeippi muistuttaa maultaan sitruunaa, korianteria ja currya. Nuoria versoja käytetään salaatin tavoin. Vanhemmat lehdet käytetään kypsennettyinä tai mausteena. Kaikki kasvin osat ovat käyttökelpoisia. (Hyötykasviyhdistys, n.d.-h; Useful Temperate Plants Database, 2019b; Plants For A Future, n.d.-b)

### **6.2.1 Kansanlääkintä ja perinteinen elintarvikekäyttö**

Veripeipistä käytöstä kiinalaisessa lääketieteessä löytyy merkintöjä jo 1 500 vuoden takaa, jolloin sitä pidettiin verenkierron edistäjänä. Myöhemmin veripeippiä on käytetty luonnollisena yrttirohtona hoitamaan masennusta, ahdistuneisuutta, astmaa, yskää, allergioita, myrkytystiloja, tukkoista nenää, nuhakuumeita, päänsärkyä sekä ruuansulatusvaivoja. Nepalissa veripeipin siemenien öljyä käytetään korvasäryn hoidossa sekä hierontaöljynä niveltulehdusten hoidossa, ja lehdistä valmistettua mehua sisäloisten häädössä ja haavanhoidossa. Intiassa veripeipin juuresta ja vuohen virtsasta sekoitettua tahnaa käytetään hoitamaan reumaattisia niveltulehduksia. (Ahmed, 2019, s. 3)

Veripeippiä on perinteisesti käytetty Aasiassa keittiöyrttinä salaateissa ja sushissa. Kiinassa ja Japanissa veripeippiä käytetään erityisesti kala- ja taskurapuruokien raaka-aineena. Veripeippiä käytetään myös keittoaineena, mausteena ja ruuan lisukkeena sekä väriaineena. Veripeipin siemenistä eristettyä öljyä käytetään Koreassa ruuanvalmistuksessa ja teollisuudessa. Veripeipin siemeniä sellaisenaan käytetään mausteena ja lihan säilönnän apuna Intiassa. (Ahmed, 2019, s. 3)

### **6.2.2 Lääkinnälliset vaikutukset ja bioaktiiviset yhdisteet**

Veripeipillä on mauste- ja elintarvikekäytön sekä funktionaalisen elintarvikekäytön lisäksi väriainekäyttöä ja lääkinnällistä käyttöä. Veripeipin on raportoitu sisältävän 271 aktiivista yhdistettä. Aktiivisten yhdisteiden vuoksi veripeipillä on myös käyttöä ihovoiteissa, saippuissa ja dermatologisissa lääkinnällisissä tuotteissa. Veripeipin sisältämien ketonien on arveltu aiheuttavan keuhko-oireita hevosille, lampaille ja naudoille, mutta veripeipin

ketonien toksisia vaikutuksia ei ole raportoitu ihmisillä, paitsi veripeipin siemeniin liittyvä yksittäinen anafylaktinen reaktio. (Ahmed, 2019, ss. 2, 16–17)

Veripeipin fenoliset yhdisteet sijaitsevat varressa, lehdistä ja siemenissä ja niitä on eristetty ainakin 39 erilaista. Veripeipissä on runsaasti fenolisia happoja, erityisesti rosmariinihappoa sekä ferulahappoa, kahvihappoa ja vanilliinihappoa. Hiirikokeissa on osoitettu veripeipillä olevan antiallergisia vaikutuksia, joiden uskotaan johtuvan juuri runsaasta rosmariinihappopitoisuudesta. Veripeipistä eristettyjä flavonoideja ovat muun muassa apigeniini ja luteoliini. Violetille veripeipille tyypillisiä pigmenttejä ovat antosyaanit, turkoosi syaniini ja punainen shisoniini. (Ahmed, 2019, s 6; Igarashi & Miyazaki, 2013, s. 2)

Veripeipin sisältämät haihtuvat eli eteeriset öljyt sijaitsevat pääasiassa kasvin lehdistä. Veripeipistä on eristetty 193 erilaista haihtuvaa öljyä. Veripeipin eteerisiä öljyjä ja terpeenejä ovat esimerkiksi perillaldehydi, perillalkoholi, limoneeni,  $\alpha$ -pineeni, *trans*-shisooli. Veripeipin haihtuvilla öljyillä on todettu olevan bakteereja, kuten *Streptococcus mutans* ja *Bacillus subtilis*, torjuvia vaikutuksia. Haihtuvilla öljyillä tiedetään yleisesti olevan terveyttä edistäviä bioaktiivisia vaikutuksia, kuten bakteereja, viruksia ja sienitauteja torjuvia vaikutuksia sekä tulehduksia, mutaatioita, diabetesta ja syöpää ehkäiseviä vaikutuksia. Veripeipissä on korkea antioksidanttiaktiivisuus ja korkeampi karotenoidipitoisuus kuin porkkanassa, pinaatissa tai parsakaalissa. (Ahmed, 2019, ss. 7–12; Igarashi & Miyazaki, 2013, s. 2; Verma ym., 2015, s. 163)

Veripeipin siementen painosta noin 40 % koostuu öljyistä. Siemenet ovat hyvä rasvahappojen, kuten palmitiinihapon, steariinihapon, oleiinihapon, linolihapon ja alfa-linoleenihapon lähde. Tyydyttymättömien rasvahappojen osuus veripeipin siemenöljystä on tavallisesti yli 90 %. Veripeipin sisältämä alfa-linoleenihappo vähentää sydän- ja verisuonitautien riskiä. Veripeipin siemenissä on myös neljää eri tokoferolia. Veripeippi sisältää 18,53 % hiilihydraatteja ja 5,12 % proteiineja, joilla on erinomainen aminohappokoostumus sisältäen muun muassa arginiinia. (Ahmed, 2019, s. 11)

### 6.2.3 Bioaktiivisten yhdisteiden lisäämismahdollisuuksia veripeipissä

Korealaisessa kasvihuonetutkimuksessa tarkasteltiin neljällä eri aallonpituudella valaisevien kvanttipiste-LED-lamppujen vaikutusta veripeipin kasvuun ja fenolisten yhdisteiden muodostumiseen. Tutkimuksessa käytettiin verrokkina tavanomaisia kaupallisia kasvihuone-LED-lamppuja. Tutkimuksessa todettiin kvanttipiste-LED-lamppujen edistävän merkittävästi veripeipin lehtimassan kasvua kasvun ollessa noin 70 % parempaa. Lisäksi havaittiin merkittävää lisäystä klorofyllin, kokonaisflavonoidien ja muiden fenolisten yhdisteiden, kuten kahvihapon, kumariinihapon, ferulahapon ja vanilliinihapon pitoisuuksissa. Erityisesti kvanttipiste-LED-lamppu, jossa käytettiin yhdistellen punaisen valon aallonpituuksia 627 nm ja 666 nm sekä sinisen valon aallonpituutta 446 nm, antoi voimakkaan vaikutuksen verrattuna muihin kvanttipiste-LED-lamppuihin ja verrokkilamppuun. (Chung ym., 2020, ss. 163–169)

Eräässä tutkimuksessa vihreää ja violettiä veripeippiä kasvatettiin koulinnan jälkeen viisi viikkoa kerrosviljelylaitoksessa. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia valon intensiteetin ja sähkönjohtavuuden vaikutusta kasvuun, fotosynteesiin ja sekundäärimetaboliittien muodostumiseen. Tutkimuksessa käytetyt valon intensiteetit olivat 100, 200 ja 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ja sähkönjohtavuudet 1, 2 ja 3  $\text{dS m}^{-1}$ . Vihreässä veripeipissä sähkönjohtavuuden ja valon intensiteetin nosto näkyi selvästi suurempana kasvuna ja sekundäärimetaboliittien muodostumisena. Vihreän veripeipin kehitykseen vaikutti enemmän sähkönjohtavuuden nosto kuin valon intensiteetin nosto, kun taas violetilla veripeipillä enemmän vaikutti valon intensiteetin nosto kuin sähkönjohtavuuden nosto. Perillaldehydin määrään ei violetin veripeipin kohdalla ollut vaikutusta valon intensiteetillä eikä sähkönjohtavuudella, mutta vihreällä veripeipillä saavutettiin korkein perillaldehydin pitoisuus, kun valon intensiteetti ja sähkönjohtavuus olivat matalat. Molemmissa variaatioissa rosmariinihapon pitoisuudet olivat korkeimmat matalalla sähkönjohtavuudella ja korkealla valon intensiteetillä. Antosyaanipitoisuudet olivat selvästi korkeammat violetissa variaatiossa. (Lu ym., 2017, ss. 1–10)

#### 6.2.4 Kylvö ja kasvatus

Veripeipin siemenet tarvitsevat valoa itääkseen, joten ne istutetaan kasvualustan pintaan. Siemenet ovat pieniä, ja tuhannen siemenen paino on noin 4 grammaa. Itämisaika on 2–3 viikkoa. Veripeippi itää parhaiten noin 20 °C lämpötilassa. Kasvualustan on oltava lämmin, lievästi hapan, kostea ja mieluummin niukka- kuin runsasravinteinen. Sato valmistuu noin kuukauden kuluttua kylvöstä. Jotkut lajikkeet saattavat kasvaa jopa 1,5 metrin korkeuteen. Veripeippi on itsepölytteinen, ja se kukkii päivän pituuden ollessa lyhyt. (Hyötykasviyhdistys, n.d.-h; Useful Temperate Plants Database, 2019b; Ahmed, 2019, s. 2)

#### 6.3 Parakrassi *Acmella oleracea*

Asterikasveihin eli Asteraceae-heimoon kuuluva parakrassi (*Acmella oleracea*, *Spilanthus oleracea*, *Spilanthus acmella* var. *oleracea*) kasvaa luonnonvaraisena Amazonin alueella. Siellä parakrassia on perinteisesti käytetty ravinnoksi kypsennettynä alueelle tyypillisissä kastike- ja keittoruuissa tai tuoreena lehtivihanneksen tavoin. Parakrassi kasvaa 20–60 cm:n korkuiseksi ja siitä voidaan käyttää ravinnoksi kaikki kasvin osat. Parakrassi tunnetaan muun muassa nimillä para cress, eyeball plant ja toothache plant kasvin hammaskipua lievittävän ominaisuuden vuoksi. Brasiliassa kasvi tunnetaan nimellä jambu. Portugaliksi parakrassia kutsutaan myös nimellä Remedio de los pobres, köyhien lääke. Elintarvikekäytön lisäksi parakrassia on käytetty kansanlääkinnässä suu-, kurkku- ja hammassairauksien, reuman, anemian ja flunssan hoitoon sisältämiensä bioaktiivisten yhdisteiden kuten spilantolin vuoksi. (Nascimento ym., 2013, s. 137)

Kirkkaankeltaisilla kukilla on hieman erilainen ravinneoostumus kuin lehdillä ja varrella. Hollantilainen yritys Koppert Cress on tuotteistanut parakrassin sirkkalehtiversot kauppanimellä Sechuan Cress® ja parakrassin keltaiset kukat kauppanimellä Sechuan Buttons® (Koppert Cress, 2020a).

##### 6.3.1 Käyttö kosmetiikassa

Parakrassiuutteisiin perustuvia eteerisiä öljyjä lisäravinteiksi tai kosmetiikaksi on saatavilla laajasti. Muun muassa saksalainen luonnonkosmetiikkayritys Olëra markkinoi parakrassiin



perustuvien ihonhoitotuotteidensa kiinteyttävän ihoa ja olevan hyviä vaihtoehtoja botox-hoidoille (Olëra, 2020). Demarne ja Passaro ovat vuonna 2009 patentoineet keksinnön, jossa todettiin parakrassiuutetta tai puhdasta spilantolia sisältävän kosmetiikan estävän ihonalaisten lihasten supistumista ja täten kiinteyttävän ihoa (Demarne & Passaro, 2009). Parakrassiöljyn ja parakrassin sisältämän ferulahapon on ihovoitteessa on tutkittu vähentävän ikääntymisen vaikutuksia iholla ja lisäävän ihon tiheyttä (Moldovan ym., 2017, s. 218).

### 6.3.2 Lääkinnällinen käyttö ja bioaktiiviset yhdisteet

Parakrassi saattaa suojata suun mikrobiomia hiivojen ja haitallisten bakteerien aiheuttamalta epätasapainolta (Vlachojannis ym., 2018, s. 1992). Parakrassin polysakkarideista valmistetun uutteen on todettu ehkäisevän alkoholista aiheutuvaa vatsahaavaa rotilla ja siten toimivan vatsaa suojelevana aineena (Nascimento ym., 2013, s. 140). Erään parakrassista eristetyn polysakkaridin (rahamnogalacturonaani, RGal) vaikutusta on tutkittu hiirten suolistotulehdukseen (*in vivo*) ja ihmisen paksusuolen adenokarsinomasoluihin (*in vitro*), ja saavutettu lupaavia terapeuttisia vaikutuksia haavaisen paksusuolentulehduksen hoitoon (Maria-Ferreira ym., 2018, s. 1). Lisäksi parakrassin kukan kylmävesiuutoksen on todettu rottakokeissa toimivan diureettina (Ratnasooriya ym., 2004, s. 317). Parakrassin hermosoluja suojaavaa vaikutusta on tutkittu, ja todettu parakrassin vähentävän torjunta-aineista johtuvaa hermosolukuolemaa stabiloimalla kalsiumin aiheuttamaa eksitotoksisuutta ja parantamalla dopamiinin vapautumista (Suwanjang ym., 2017, s. 39).

Parakrassista on eristetty fenolisia happoja kuten vanilliinihappoa, *trans*-ferolihappoa ja *trans*-isoferolihappoa. Lisäksi parakrassissa on kumariinia ja triterpeenejä, kuten  $\beta$ -sitosterolia, stigmasterolia. Edellä mainitut yhdisteet toimivat antioksidantteina, vasorelaksantteina (verisuonijännityksen vähentäjinä) ja antimikrobisina sekä tulehdusta ja kuumetta alentavina yhdisteinä. Lisäksi mainituilla yhdisteillä on verenpainetta alentavia sekä syöpäsoluja ja viruksia tuhoavia vaikutuksia. (Prachayasittikul ym., 2009, s. 857)

Parakrassin sisältämällä kversetiinillä on osoitettu olevan verenpainetta alentava vaikutus (Marunaka ym., 2017, s. 7). Parakrassin kukasta on HPLC-DAD-MSn-nestekromatografianalyysillä löydetty 39 eri fenolista yhdistettä, muun muassa

antosyaaneja, flavonoleja, hydroksikanelihappojohdoksia, hydrolysoituvia tanniineja ja fenolihappoja. Kukkien kokonaisfenolien määrä tässä tutkimuksessa määriteltiin 6,64 mg GAE/g tp (Taulukko 2). Kukan fenoliset yhdisteet ovat pääasiassa flavonoliglykosidejä 277,7 µg/g, joista suurin osa kversetiiniä. Lisäksi on mitattu antosyaniinia 13,5 µg/g ja hydroksikanelihappojohdoksia 33,6 µg/g. (Navarro-González ym., 2015, s. 809)

Taulukko 2. Parakrassin kukan koostumus- ja ravinnesisältö (Navarro-González ym., 2015)

Koostumus (%) ja energia (kcal/100 g tp)						
Kosteus	Hiili- hydraatti	Ravinto- kuitu	Proteiini	Rasva	Tuhka	Energia
81,74	13,56	10,11	2,84	0,41	1,44	28,84

Mineraalit (mg/100 g tp)				
Ca	Cu	Fe	K	Mg
0,105	0,165	1,5	0,355	0,06
Mn	Na	P	S	Zn
0,555	0,01	0,08	0,06	0,543

Kokonaisfenolit ja antioksidanttikapasiteetti tuorepainoa (tp) kohden	
Folin-Ciocalteu kokonaisfenolit TPC (mg GAE/g)	6,64
Oxygen radical absorbance capacity ORAC (µmol TE/g)	10,32
Troloxin ekvivalentti kokonaisantioksidanttikapasiteetti TEAC (µmol TE/g)	5,52

Parakrassin kokonaisfenolipitoisuudesta (TPC) on vaihtelevaa tietoa eri tutkimuksissa. Tutkimuksissa määritelyihin pitoisuuksiin vaikuttavat muun muassa kasvatusolosuhteet, uutomenetelmä, uutossa käytetty liotin ja uuttolämpötila sekä raaka-aineen ja liuottimen välinen suhde. Lisäksi kokonaisfenolipitoisuus vaihtelee lehtien, varsien, kukkien ja juurten välillä. Seuraavaksi mainitun tutkimuksen kukkien kokonaisfenolipitoisuudet poikkeavat huomattavasti aiemmin esitetyn (Navarro-González ym., 2015) tutkimuksen kokonaisfenolipitoisuudesta.

Tutkimuksessa vertailtiin perinteisen kasvualustan ja hydroponisen kasvualustan aiheuttamia eroja kokonaisfenolipitoisuuteen. Uutossa käytettiin 20 ml 80 % etanolia ja 1 g kuivattua parakrassia. Uutto tehtiin ultraäänellä kymmenen minuutin ajan lämpötilassa 60 °C. Perinteisellä kasvualustalla saavutettiin hieman korkeammat kokonaisfenolipitoisuudet kuin hydroponisella kasvualustalla. Perinteisellä kasvualustalla lehtien, kukkien ja varren kokonaisfenolipitoisuudet olivat 3,19 mgGAE/g kp, 1,98 mgGAE/g kp ja 1,37 mgGAE/g kp

tässä järjestyksessä. Hydroponisella kasvualustalla lehtien, kukkien ja varren kokonaisfenolipitoisuudet olivat 1,95 mgGAE/g kp, 1,70 mgGAE/g kp ja 0,71 mgGAE/g tässä järjestyksessä. (Nascimento ym., 2020, ss. 2–3)

Parakrassin kukkien höyrytislauksella valmistettuja aromaattisia öljyjä on tutkittu GC/MS:llä (kaasukromatografi-massaspektrometri). Yli kahdestakymmenestä yhdisteestä öljyissä eniten esiintyviä olivat limoneeni (23,6 %),  $\beta$ -karyofylleeni (20,9 %), (Z) - $\beta$ -osimeeni (14,0 %), germakreeni D (10,8 %) ja myrseeni (9,5 %), jotka kaikki ovat terpeenejä (Lemos ym., 1991, s. 369).

### 6.3.3 Spilantoli ja alkamidit

Parakrassilla on pistävä, kihelmöivä ja suuta puuduttava maku sen sisältämän tyydyttyneen alkamidin, spilantolin vuoksi, jonka pitoisuus on korkein (1 %) parakrassin kukissa.

Parakrassissa on myös muita alkamideja, jotka muistuttavat kemiallisesti ja fysiologisesti sanshoolia, joka on sichuaninpippurissa kihelmöivän suutuntuman aiheuttaja. Alkamidien lisäksi parakrassin kukassa on myös haihtumattomia seskviterpeenejä, jotka aiheuttavat myös katkeratatarin eli vesipippurin kitkerän poltteen. (Saraf & Dixit, 2002, s. 13)

Parakrassin kukasta valmistettu spilantolin alkoholiuutos on todettu tehokkaaksi hyönteismyrkyksi, jolla vaikutetaan malaria- ja denguekuumehyttysten muna- ja toukka-asteiden kehitykseen (Saraf ym., 2002, s. 14). Spilantolin on todettu vaikuttavan myös tulehdusta ehkäisevästi (Wu ym., 2008, s. 2341).

Spilantolin myrkyllisyydestä nisäkkäille ei ole tutkimusnäyttöä. European Food Safety Authority (EFSA) on luokitellut parakrassin sisältämän spilantolin turvalliseksi ihmisille tavanomaisessa käytössä. Tavanomaisen käytön oletetaan olevan alle 90  $\mu$ g spilantolia/henkilö vuorokaudessa. (EFSA, 2015)

### 6.3.4 Bioaktiivisten yhdisteiden lisäämismahdollisuuksia parakrassissa

Käytettäessä parakrassia lisäravinne-, luonnonlääkintä- ja kosmetiikkateollisuuteen tavoitteena on mahdollisimman korkea bioaktiivisten aineiden pitoisuus kasvissa.

Viljelyteknisillä keinoilla voidaan saada parakrassi tuottamaan tehokkaammin kasvimassaa ja sekundaarimetaboliitteja. Viljelykasvien fysiologisia prosesseja voidaan säädellä ja tehostaa muun muassa biostimulanttien ja kuivuusstressin sekä UV-säteilyn avulla (Sut ym., 2020, ss. 1–15; Reshmi & Rajalakshmi, 2012).

Pohjois-Italiassa on tutkittu kasvihuoneessa taimetettuja ja myöhemmin avomaalla kasvattuja parakrasseja ja niiden kukkia. Tutkimuksessa tutkittiin kasvi- ja merilevöpohjaisten biostimulanttien vaikutusta spilantolin (isobutyylimidi johdannainen) ja muiden alkyylimidien sekä polyfenolien tuottoon. Näytteitä analysoitiin NMR-spektroskopiolla ja LC-DAD-MSn (nestekromatografia-massaspektrometriamenetelmä) edellä mainittujen yhdisteiden pitoisuuksien selvittämiseksi. Biosimulanteilla ei havaittu olevan painoprosentteina lisäävää vaikutusta alkyylimideihin tai polyfenoleihin. Alkyylimidipitoisuudet vaihtelivat 2,0–5,2 % ja polyfenolit 0,03–0,50 %. Biostimulanteilla käsitellyillä parakrasseilla havaittiin kuitenkin huomattavaa kasvua verrattuna käsittelemättömiin parakrasseihin, minkä kautta alkyylimidien ja polyfenolien määrä kokonaisuudessaan nousi suuremmaksi ja niitä saadaan tällöin tuotettua enemmän. (Sut ym., 2020, ss. 1–15).

Eräessä tutkimuksessa altistettiin kolmeviikkoisia parakrassin taimia seitsemän päivän kuivuudelle tai UV-C-valolle, jota annettiin 60 minuuttia päivässä 15 cm:n etäisyydeltä. Edellä mainitun valo- ja kuivuusstressin havaittiin rajoittavan kasvin kasvua ja aiheuttavan lehtien kääpistymistä, kun taas karotenoidi-, flavonoidi- ja antosyaanipitoisuudet nousivat. (Reshmi & Rajalakshmi, 2012)

### **6.3.5 Kylvä ja kasvatus**

Parakrassit kylvetään pintaan, koska siemenet tarvitsevat valoa itääkseen. Kylvös peitetään muovilla kosteuden haihtumisen estämiseksi. Parakrassi itää kosteassa kasvualustassa, jonka lämpötila on 20–24 °C. Parakrassin siementen itämisaika on 7–14 vuorokautta. Riittävä lämpötila ehkäisee siementen homehtumista. Parakrassi kestää voimakasta valoa, kunhan kasvualusta on riittävän kostea. Kasvualustan tulee olla ravinteikas. Latvomisen edistää kasvin haaroittumista. (Seedaholic, n.d.)

## 7 Lainsäädännölliset kysymykset

Tässä luvussa perehdytään kaupallisiksi elintarvikkeiksi tai ravintolisiksi tarkoitettujen uusien hyötykasvien lainsäädännöllisiin kysymyksiin sekä selvennetään uuselintarvikestatuksen selvittämisen keinoja ja uuselintarvikeluvan hakemista. Lisäksi tarkastellaan vihannesportulakan, veripeipin ja parakrassin kaupalliseen elintarvikekäyttöön liittyviä lainsäädännöllisiä seikkoja.

Elintarvikealan uudistumisen myötä EU:n ulkopuolelta tulee markkinoille uudenlaisia raaka-aineita, kuten eksoottisia kasveja- tai eläinkunnan tuotteita. Uudenlaisilla tuotteilla ei ole automaattisesti elintarvikekelpoisuutta Suomessa tai EU:ssa, vaikka ne olisivat muualla maailmassa olleet elintarvikekäytössä jo pitkään. Uuselintarvikkeella (englanniksi novel food) tarkoitetaan elintarvikekäyttöön tarkoitettua uutuutta EU:n alueella. Uuselintarvikeasetus (EY 258/97) tuli voimaan ensimmäisen kerran 15.5.1997. Vuonna 2015 uuselintarvikeasetus uudistettiin, jolloin muun muassa lupamenettely helpottui ja uuselintarvikkeet luettelotiin. Uudistunutta uuselintarvikeasetusta (EU 2015/2283) on sovellettu täysimääräisenä 1.1.2018 alkaen. (Ruokavirasto, 2019c)

Jos kasvilla ei ole tunnettua käyttöhistoriaa elintarvikkeena ennen asetuksen voimaantuloa yhdessäkään EU-maassa, tulee elintarvikkeena tai ravintolisänä myytävä kasvi luokitella uuselintarvikkeeksi ja sille on haettava markkinointilupa. Tällöin hakijan tulee osoittaa elintarvikkeeksi tai ravintolisäksi tarkoitetun tuotteen käyttöturvallisuus. Jos kasvin käyttötarkoitusta halutaan muuttaa aikaisemmasta ravintolisäkäytöstä elintarvikekäyttöön, tulee sille hakea uuselintarvikelupa. Jos kasvi tai sen osa on ollut merkittävässä käytössä EU:n alueella jo ennen asetuksen voimaantuloa, saa sitä edelleen vapaasti käyttää kaikissa elintarvikkeissa samalla tavalla kuin aikaisemminkin, jolloin kasvia ei luokitella uuselintarvikkeeksi. Kasvin käyttöhistoria EU:n alueella ennen asetuksen voimaantuloa vuonna 1997 määrittelee siten uuselintarvikeluokittelun tarpeen. (Ruokavirasto 2019b)

Euroopan alueella ei ole kaiken kattavaa listausta uuselintarvikkeista tai hyväksytyistä tuotteista. Elintarvikealan toimijalla on vastuu itse selvittää elintarvikkeeksi aiotun kasvin uuselintarvikestatus tai mahdollisesti todistaa kasvin merkittävä käyttöhistoria EU:n alueella ennen ensimmäisen uuselintarvikeasetuksen voimaantuloa. EU:n jäsenvaltioiden yleisen

tulkinnan mukaan annoskoriste-, mauste-, yrttitee- tai muu vastaava pienimuotoinen käyttö ei vastaa merkittävää käyttöhistoriaa elintarvikkeena. Jos hyväksymättömiä elintarvikkeita löydetään markkinoilta, niille tehdään selvityspyyntö tai takaisiveto, koska niiden turvallista elintarvikekäyttöä ei ole varmistettu. Muita EU-maita tiedotetaan RASFF-järjestelmän kautta hyväksymättömistä uuselintarvikkeista. (Evira, 2017; Viljakainen, 2016)

## **7.1 Keinoja uuselintarvikestatuksen selvittämiseksi**

Kansalliset säädökset saattavat tietyissä tapauksissa rajoittaa tietyn kasvin käyttöä elintarvikkeena, sillä toisessa EU-maassa kyseistä kasvia saatetaan pitää lääkkeenä eikä elintarvikkeena. EU:n alueella on useita päteviä listauksia, joiden avulla voidaan kuitenkin alkaa selvittämään, onko suunnitellulle kasville haettava uuselintarvikelupa.

Uuselintarvikestatuksen selvittämistä helpottaa Euroopan komission ylläpitämä uuselintarvikeluettelo, EU Novel food catalogue, johon on listattu runsaasti kasveja tai elintarvikkeita, josta toimijat ovat olleet kiinnostuneita tai joiden uuselintarvikestatus on ollut epäselvä. Luettelo on hakukoneen kaltaisesti toimiva tietokanta. Kasvin tieteellisen nimen perusteella sitä voidaan etsiä luettelosta ja tarkastaa, onko kasville tai jollekin kasvin osalle jo myönnetty uuselintarvikestatus tai pidetäänkö kasvia uuselintarvikelupaa vaativana tuotteena. Luettelossa on mainintoja myös joistakin kasveista, joille ei ole myönnetty uuselintarvikelupaa. Luettelosta selviää, onko haun kohteena ollut kasvi mahdollisesti ollut jo ennen vuotta 1997 käytössä ravintolisänä tai elintarvikkeena, jolloin sitä saa edelleen myydä ravintolisänä tai elintarvikkeena, aikaisemman käyttötarkoituksensa tapaan. Tietyn kasvin puuttuminen listalta ei kuitenkaan tarkoita, että se olisi EU:n alueella jo sallittu tai kielletty elintarvike tai ravintolisä. (European Commission, 2020; Ruokavirasto, 2019a)

Kun uuselintarvikeasetus uusiutui vuonna 2015, asetukseen sisältyen laadittiin Unionin uuselintarvikeluettelo, jonka löytää täytäntöönpanoasetuksesta (Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2017/2470). Oikaisu aiempaan täytäntöönpanoasetukseen on tehty 23.7.2018 (Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2018/1023) ja oikaisu sisältää siihen mennessä kaikki EU:n alueella hyväksytyt uuselintarvikkeet. Tämän jälkeen hyväksytyt uuselintarvikkeet ei ole vielä kirjattu Unionin uuselintarvikeluetteloon. Viimeisin tieto hyväksytyistä uuselintarvikepäätöksistä on kuitenkin löydettävissä EUR-Lex-verkkosivuston

konsolidoidusta dokumentista, joka on päivätty 27.7.2020 (Publications Office of the European Union, 2020). Tämä dokumentti sisältää Unionin uuselintarvikeluettelon 23.7.2018 saakka sekä sen jälkeen tehdyt hyväksymispäätökset erillisinä dokumentteina. Euroopan komission täytäntöönpanoasetukset päivittyvät sitä mukaan, kun uusia uuselintarvikkeita rekisteröidään, joten viimeisin tieto kannattaa tarkastaa Euroopan unionin viralliselta lehdeltä EUR-Lex -verkkosivulta. Kaikki Unionin uuselintarvikeluettelossa esiintyvät uuselintarvikkeet eivät ole kuitenkaan löydettävissä aiemmin mainitusta EU Novel food catalogue -tietokannasta.

Kasvin puuttuminen EU Novel food catalogue -tietokannasta tai Unionin uuselintarvikeluettelosta ei kerro mitään siitä, onko kasvi automaattisesti jo hyväksytty myytäväksi elintarvikkeeksi tai ravintolisäksi EU:n alueella aikaisemman käyttöhistoriansa vuoksi tai onko kasvilla uuselintarvikelupaprosessi kesken tai onko kasville haettu lainkaan uuselintarvikelupaa. Syötäväksi viljeltyä kasvia saattaa olla niin sanotusti laittomasti myynnissä, koska ei ole epähuomiossa osattu tutkia lainsäädännöllisiä seikkoja uusia viljelykasveja käyttöön otettaessa. Kasvin ollessa laajasti käytetty muualla maailmassa, saatetaan olettaa elintarvikekäytön olevan sallittu Suomessakin.

Uuselintarvikestatuksen selvittämisen apuna voidaan käyttää myös EuroFir-NETTOX -kasviluetteloa, joka on EU:n hyväksymä listaus kasveista, jotka eivät ole uuselintarvikkeita. Kasvin löytyessä luettelosta, siitä voidaan vapaasti käyttää ja myydä elintarvikkeena luettelossa mainittuja kasvinosia. (Ruokavirasto, 2019b; European Food Information Resource Consortium, 2007)

Italian terveysministeriön julkaisema listaus ravintolisissä sallituista kasveista on yleisesti hyväksytty EU:n jäsenmaiden kesken. Listassa on kasvin tieteellinen nimi, käytettävät kasvinosat sekä tunnetut fysiologiset vaikutukset. Jos kasvi löytyy tästä listauksesta, saa sitä edelleen käyttää listauksessa mainitun käyttötarkoituksen mukaisesti ravintolisissä. Jos kasvia halutaan käyttää Suomessa elintarvikkeena, tulee ensin selvittää kasvin käyttöhistoria elintarvikkeena EU:n alueella. Jos käyttöhistoriaa elintarvikkeena ei löydy, tulee kasville hakea käyttötarkoituksen muutoksen vuoksi uuselintarvikkeen markkinointilupaa. (Ruokavirasto, 2019b; Ministero della Salute, 2012)

Eviran julkaisema taulukko helpottaa suomalaisten kasvien elintarvikekäytön ja uusielintarvikestatuksen määrittämistä. Taulukossa on suomalaisten luonnonvaraisten kasvien elintarvikekäyttöhistoriatietoja sekä niiden uusielintarvikestatuksia ja tietoa pienimuotoisesta käytöstä ennen uusielintarvikeasetuksen voimaantuloa. Taulukko sisältää hieman tietoja muun muassa käyttöä rajoittavista kasvin sisältämistä yhdisteistä. Taulukon tulkinnat pienimuotoisesta käytöstä pätevät ainoastaan Suomessa, muissa EU-jäsenmaissa jotkut kasvit saattavat esiintyä ei-sallittujen kasvien listalla. Muualla EU:n jäsenmaissa kasvien pienimuotoisenkin elintarvikekäyttö tulee varmistaa paikallista lähteistä. (Evira, 2016; Ruokavirasto 2019b)

Uusielintarvikestatuksen määrittelemisen apuna Ruokavirasto suosittelee käyttämään myös Euroopan komission julkaisemaa BELFRIT-listaa, jossa yhdistyvät Ranskan, Italian ja Belgian listat ravintolisissä sallituista kasveista. Listassa olevat kasvit on yleisesti hyväksytty ravintolisäkäyttöön ja rohdosvalmisteisiin EU:n alueella. Jos kasvien käyttöön liittyy joitakin ehtoja tai rajoituksia, on ne mainittu erikseen kunkin kasvin kohdalla. (Ruokavirasto, 2019b; European Commission, 2017)

Saksan liittovaltion kuluttajansuoja- ja elintarviketurvallisuusviraston listaus on luotu helpottamaan kasvien luokitusta ja arviointia niiden käytöstä elintarvikkeena, ravintolisinä tai elintarvikkeen ainesosina. Saksan lista on pätevä EU:n alueella ja toimii viiteoppaana viranomaisille ja elintarvikealan toimijoille. Listauksesta käy ilmi myös kasvissa olevat merkittävimmät bioaktiiviset aineet, haitalliset yhdisteet tai käyttörajoitukset. (Federal Office of Consumer Protection and Food Safety, 2014; Ruokavirasto 2019b)

Tanskan ympäristö- ja elintarvikeministeriön alaisen elintarvikeviraston julkaisemassa kasviluettelossa on luokitukset kasveille sen mukaan, sallitaanko niiden kaupallinen elintarvikekäyttö suurina vai rajoitettuina määrinä, ovatko ne uusielintarvikeluokituksen vaativia vai eikö niitä saa lainkaan levittää kaupallisesti elintarvikkeina. (Fødevarestyrelsen, 2020; Ruokavirasto, 2019b)

Uusielintarvikekysymyksissä Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA arvioi kasvin turvallisuuden elintarvikekäytössä. EFSA ylläpitää kasvilistausta, johon EU:n jäsenvaltiot ovat



raportoineet kasveja, jotka saattavat olla terveydelle haitallisia. Listaus sisältää tietoja mainittujen kasvien haitallisista yhdisteistä ja myrkyllisyydestä. (EFSA, 2012)

Suomessa Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea on laatinut lääkeluettelon, johon sisältyy lääkeluettelon rohdokset -liite (Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskuksen päätös lääkeluettelosta 415/2019). Ruokaviraston mukaan rohdoksia voi käyttää elintarvikkeena. Tällöin kasvi ei tarvitse uuselistarvikestatusta. Ne kasvit lääkeluettelon rohdoksista ovat kuitenkin lääkkeitä, joita käytetään lääkelain mukaisesti. Lääkestatus varmistetaan Fimealta. (Fimea, 2020; Ruokavirasto 2019b)

Jos tiettyä kasvia halutaan markkinoida elintarvikkeena eikä sen uuselistarvikestatusta saada selvitettyä aiemmin mainittujen keinojen avulla, tulee elintarvikealan toimijan tehdä kuulemispyyntö sille jäsenvaltiolle, jossa elintarvikkeena käytettävä kasvi aiotaan saattaa markkinoille. Kuulemispyyntöjen päätökset ovat julkisia ja nähtävillä Euroopan komission verkkosivulla. Suomessa kuulemispyynnöt tehdään Ruokavirastolle valmiilla täytäntöönpanoasetuksen määrittelemällä (Komission täytäntöönpanoasetus 2018/456) asiakirjamallilla. Neljän kuukauden kuluessa jäsenvaltio tekee päätöksen uuselistarvikestatuksesta, jonka komissio julkaisee kotisivullaan. Päätöksessä perustellaan uuselistarvikestatukseen johtaneet seikat sekä mihin elintarvikekategoriaan mahdollinen uuselistarvikkeeksi päätyvä kasvi tulisi kuulumaan. (Ruokavirasto, 2019b; European Commission, n.d.-a)

Kuva 8. Uuselistarvikkeen markkinointiluvan tarpeen arviointia.



## 7.2 Uuselintarvikelupa

Uuselintarvikelupaa haetaan sähköisesti Euroopan komissiolta, kun elintarvikekasvi halutaan saattaa Euroopan markkinoille ensimmäistä kertaa. Luvan hakemisen yhteydessä luvan hakija toimittaa selvityksen elintarvikekasvin turvallisuudesta. Päätöksen uusielintarvikeluvan myöntämisestä tekee Euroopan komissio Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA:n lausunnon perusteella. Lausuntoa varten EFSA tarvitsee elintarvikekasvista muun muassa koostumustiedot, käyttöhistorian, allergeenisuustiedot ja ehdotetut käyttötarkoitukset ja ravitsemustiedot. Koko prosessi asianmukaisen hakemuksen vastaanottamisesta päätökseen saakka kestää enintään 16 kuukautta. (Ruokavirasto, 2019d)

Jos elintarvikekasvi on ollut jossakin EU:n ulkopuolisessa maassa merkittävässä käytössä vähintään 25 vuoden ajan, on uusielintarvikelupahakemuksen sijaan käytössä helpompi ilmoitusmenettely. Tällöin hakija todentaa elintarvikekasvin turvallisuuden ainoastaan osoittamalla elintarvikekasvista käyttökokemustietoja ja käyttöhistoriatietoja vähintään 25 vuodelta merkittävän väestönosan keskuudessa. Ilmoitus tehdään sähköisesti Euroopan komissiolle, josta se toimitetaan eteenpäin jäsenvaltiolle ja EFSA:lle. Jos edellä mainitut eivät jätä vastalauseita, lisätään elintarvikekasvi Unionin uusielintarvikeluetteloon.

Hyväksymistapauksessa koko prosessi kestää enintään viisi kuukautta. Mikäli jäsenvaltio tai EFSA esittävät ilmoitukselle vastalauseita, jättää hakija elintarvikekasvin hyväksymishakemuksen eli vastauksen jäsenvaltion tai EFSA:n esittämiin vastalauseisiin. Tämän jälkeen Euroopan komissio tekee hyväksymis- tai hylkäämispäätöksen EFSA:n lausunnon perusteella. Koko prosessi vastalauseiden jälkeisessä hyväksymishakemuksessa kestää enintään yhdeksän kuukautta. Hitaimmillaan eli vastalauseitapauksissa EU:n ulkopuolelta tullut elintarvikekasvi saa siis päätöksen 14 kuukaudessa. (Ruokavirasto, 2019d)

## 7.3 Vihannesportulakka

Vihannesportulakka on EU Novel food catalogue -tietokannan mukaan ollut käytössä EU:n alueella elintarvikkeena jo ennen uusielintarvikeasetuksen voimaantuloa eli se on sallittu kaupallisessa elintarvikekäytössä koko EU:n alueella. EuroFir-NETTOX -kasviluettelossa mainitaan vihannesportulakasta käytettävien lehdet ja runko (European Food Information Resource Consortium, 2007)

## 7.4 Veripeippi

Veripeipin kaupallinen ravintolisäkäyttö on sallittu, koska se on mainittu BELFRIT-listalla (European Commission, 2017), jossa on listattuna EU:n alueella ravintolisissä sallittuja kasveja. Veripeipistä ei ole mainintaa EuroFir-NETTOX-kasviluettelossa, joka on EU:n hyväksymä listaus kasveista, jotka eivät ole uuselintarvikkeita (European Food Information Resource Consortium, 2007).

EU:n alueella veripeippi on EU Novel food catalogue-tietokannan mukaan ollut käytössä ravintolisänä tai ravintolisän ainesosana ennen vuotta 1997. Tämä tarkoittaa, että vastaavanlainen käyttö on edelleen sallittua. Muunlainen käyttö esimerkiksi elintarvikkeena EU:n alueella vaatii uuselintarvikelupamenettelyn. (European Commission, 2020)

Veripeipistä ei löydy uuselintarvikestatuksen kuulemispyynnön päätöstä Euroopan komission verkkosivuilta, mistä voitaneen olettaa, että veripeipistä ei ole tehty kuulemispyyntöä (European Commission, n.d.-a).

Viimeisin tieto hyväksytyistä uuselintarvikepäätöksistä on löydettävissä EUR-Lex-verkkosivuston konsolidoidusta dokumentista, joka on päivätty 27.7.2020 (Publications Office of the European Union, 2020). Tämä dokumentti sisältää Unionin uuselintarvikeluettelon 23.7.2018 saakka sekä sen jälkeen tehdyt hyväksymispäätökset erillisinä dokumentteina. Tämän dokumentoinnin mukaan veripeipistä ei ole tehty uuselintarvikepäätöstä.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi veripeipille tullee hakea uuselintarvikelupaa, jos sitä halutaan markkinoida elintarvikkeena. Tällöin veripeipin uuselintarvikelupaa varten todennäköisesti riittää ilmoitusmenettely kolmannesta maasta tulevana perinteisenä elintarvikkeena, jolloin hakija todentaa veripeipin elintarvikekäytön turvallisuuden osoittamalla käyttökomeustietoja vähintään 25 vuoden ajalta merkittävän väestöosan keskuudessa.

Famifarm Oy tuottaa ja myy veripeippiä Järvikylä-tuotenimellä. Järvikylän verkkosivuilla kerrotaan veripeipin eli perillan olevan Suomessa uusi yrtti, joka on yleinen mauste- ja

rohdoskasvi kiinalaisessa ja japanilaisessa keittiössä ja jota voidaan käyttää persiljan tavoin salaateissa, keitoissa ja koristeena. (Famifarm Oy, n.d.)

Koska veripeippiä myydään persiljan tavoin käytettäväksi, vaatineen sen käyttö elintarvikkeena lisäselvittelyä Ruokaviraston kanssa, koska EU Novel food cataloguen mukaan sitä saa kaupallisesti käyttää ainoastaan ravintolisänä, ja elintarvikekäyttöön tulisi hakea uusielintarvikelupa. EU Novel food catalogue -tietokannan luokittelutietoja voidaan muuttaa, jos EU:n uusielintarvikeasiantuntijat saavat kasvin käyttöhistoriasta uutta luotettavaa tietoa (Ruokavirasto, 2019a).

## 7.5 Parakrassi

Parakrassista ei löydy merkintää aiemmin mainituista Unionin uusielintarvikeluettelosta eikä EU Novel food catalogue-tietokannasta. Tällöin parakrassia ei joko ole rekisteröity uusielintarvikkeeksi tai se ei tarvitse uusielintarvikestatusta, koska sillä voi olla tunnettua käyttöhistoriaa EU:n alueella elintarvikkeena. EU Novel food catalogue -tietokantaan päätyvät myös sellaiset elintarvikkeet, jotka ovat aiheuttaneet pohdintoja ja kysymyksiä uusielintarvikestatukseen liittyen. Parakrassiin liittyen näitä pohdintoja ei ilmeisesti ole ollut. Parakrassista ei myöskään löydy uusielintarvikestatuksen kuulemispyynnön päätöstä Euroopan komission verkkosivuilta (European Commission, n.d.-a).

Euroopan alueella on käytössä ruuan ja eläinrehun turvallisuusriskeistä tiedottava järjestelmä RASFF - Food and Feed Safety Alerts, josta ei löydy merkintää havaitusta turvallisuushasta parakrassiin liittyen (European Commission, n.d.-b). Parakrassin sisältämä yhdiste spilantoli on aiheuttanut mitä ilmeisimmin keskustelua, joka on johtanut spilantolin käytön turvallisuuden tutkimiseen. EFSA on luokitellut spilantolin turvalliseksi tavanomaisessa käytössä, jonka oletetaan olevan alle 90 µg spilantolia/henkilö vuorokaudessa (EFSA, 2015). Spilantoli on EU:n alueella sallittu elintarvikkeiden aromina ja ainesosana, jolla on aromaattisia ominaisuuksia. Parakrassin kaupallinen ravintolisäkäyttö on sallittu, koska se on mainittu sekä Italian listalla (Ministerio della Salute, 2010) että BELFRIT-listalla (European Commission, 2017), jotka molemmat listaavat EU:n alueella ravintolisissä sallittuja kasveja.

Parakrassin kaupallinen elintarvikekäyttö vaatii lisäselvittelyä. Hämeenlinnan ympäristö- ja terveystarkastaja ei osannut määrittellä parakrassin sallittavuutta kaupallisessa elintarvikekäytössä (T. Laine, henkilökohtainen tiedonanto, 8.9.2020). Parakrassista ei löytynyt merkittävää elintarvikekäyttöhistoriaa EU:n alueella. Hollantilainen viljelyalan yritys Koppert cress kuitenkin myy parakrassin versoja myyntinimellä Sechuan cress® sekä parakrassin kukkia myyntinimellä Sechuan buttons®. EU:ssa ei ole ravintolisätulkintaan verrattavaa tulkintaa pienimuotoisesti käytetyille elintarvikeryhmille, kuten annoskoristeet, yrteet tai mausteet, mutta joissakin jäsenvaltioissa sovelletaan tämän kaltaista tulkintaa (Viljakainen, 2016). Koppert cressin verkkosivujen parakrassiversoihin liittyvät reseptiehdotukset viittaavat tällaiseen pienimuotoiseen käyttöön. Yhteydenotto Koppert cress -yritykseen ei antanut vastausta siihen, onko kasvi elintarvikkeena sallittu EU:n alueella, mutta yrityksen edustajan mielestä parakrassi ei ole uuselintarvike, koska sitä on yrityksen kautta myyty jo pitkään ravintolayrittäjille (Koppert cress, henkilökohtainen tiedonanto, 12.9.2020, 20.10.2020). Suomessa Heinon Tukku Oy tuo maahan joitakin Koppert cressin tuotteita, kuten parakrassin kukkia tuotenimellä Dushi button, joita ei kuitenkaan ole ollut valikoimissa enää moneen vuoteen, mutta tarvittaessa niitä on mahdollista tilata Hollannista (M. Tarvainen, henkilökohtainen tiedonanto, 17.9.2020).

Hollannin uuselintarvikkeista vastaava The Dutch Novel Food Unit of the Medicines Evaluation Board ei osannut ottaa kantaa parakrassin laillisuuteen tai laittomuuteen tai uuselintarvikestatukseen, vaikka parakrassia Hollannissa myynnissä onkin. Heillä ei ole muuta tietoa käytettävissä, kuin mitä kirjoittaja on tähän mennessä aiheesta löytänyt. Tämän vuoksi asiaa alettiin selvittämään Hollannin elintarvike- ja kulutustuoteturvallisuusviranomaisen (Netherlands food and consumer product safety authority, NVWA) kanssa. Selvittelyjen jälkeen Hollannin elintarvike- ja kulutustuoteturvallisuusviranomaisen ei kyennyt määrittelemään, onko parakrassilla käyttöhistoriaa elintarvikkeena eli ei tiedetä, ovatko parakrassin miniversot ja kukat laillisesti vai laittomasti myytävänä Hollannissa. (W. Buitenhuis, henkilökohtainen tiedonanto, 18.9.2020, 6.10.2020)

Jos osoittautuu, että merkittävää käyttöhistoriaa parakrassille elintarvikkeena EU:n alueella ei ole tiedossa tai käyttöhistoria on epäselvä, tulee uuselintarvikestatuksen selvittämistä varten tehdä kuulemispyyntö Ruokavirastolle. Kuulemispyyntöä varten tulee kerätä tietoa

käyttöhistoriasta muun muassa markkinoilla olevien tuotteiden osalta (Mizrahi, 2020). Jos kuulemispyynnön perusteella parakrassi luokitellaan uuselintarvikkeeksi, tulee sille hakea uuselintarvikelupa. Parakrassin uuselintarvikelupaa varten riittänee todennäköisesti ilmoitusmenettely EU:n ulkopuolisesta perinteisestä ravintokasvista, jolloin hakija todentaa parakrassin elintarvikekäytön turvallisuuden osoittamalla elintarvikekasvista käyttökokemustietoja ja käyttöhistoriatietoja vähintään 25 vuoden ajalta merkittävän väestöosan keskuudessa. Käyttöhistoriaa elintarvikkeena pitkältä ajalta ei liene vaikeaa todistaa, koska esimerkiksi Brasilian maatalousministeriön alainen Brasilian maatalouden tutkimusyhtiö (Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa) on julkaissut artikkelin, jossa on runsaasti kauas ulottuvaa käyttöhistoriaa parakrassin käyttämisestä elintarvikkeena laajalla Amazonin alueella Parán osavaltiossa (Homma ym., 2011).

## 8 Materiaalit ja menetelmät

Tässä luvussa esitetään opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa käytetyt materiaalit ja menetelmät, joiden avulla vastataan alla oleviin tutkimuskysymyksiin.

- Saavutetaanko kerrosviljelyssä sinistä valoa lisäämällä tai valon intensiteettiä nostamalla korkeampi parakrassin kokonaisfenolisaanto?
- Saavutetaanko kerrosviljelyssä sinistä valoa lisäämällä tai valon intensiteettiä nostamalla korkeampi parakrassin biomassantuotto?

### 8.1 Kasvatus ja valokäsittelyt

Parakrassin kasvatus toteutettiin 25.8.2020 alkaen Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikölle räätälöidyssä kerrosviljelykontissa (Idromeccanica Lucchini SpA, Italia) (Kuva 9, s. 57). Kontissa on kuusi kasvatuspöytää, jolle on mahdollista säätää pöytäkohtaisesti valon intensiteetti (photosynthetic photon flux density,  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ), sinisen valon %-osuus spektristä sekä päivän/yön pituus. Kaikille kasvatuspöydille yhteisesti on säädettävissä ilmankosteus,  $\text{CO}_2$ -pitoisuus ja lämpötila. Kontin ilmasto-olosuhteita säädettiin LCC Climate Control -olosuhdejärjestelmällä (Senmatic, Tanska). Kasvatuskokeen aikana lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja  $\text{CO}_2$ -pitoisuutta mittasi ja tallensi kasvatuskonttiin liitetty SuperLink 6 -tietokoneohjelma (Senmatic, Tanska) (Kuva 9, s. 57). Kullekin kasvatuspöydälle on säädettävissä omanlainen kasteluohjelmansa, jossa määritellään kastelun tiheys ja kesto

sekä lannoiteseikoittajan avulla haluttu pH-arvo ja sähkönjohtavuus (EC). Kastelujohjelman ja lannoiteseikoittajana kontissa toimii AMI Penta Fertilizer Mixer -järjestelmä (Senmatic, Tanska).

Kuva 9. Vasemmalla kasvatuksessa käytetty kerrosviljelykontti, oikealla SuperLink 6 -tietokoneohjelman seurantakaavio yhden vuorokauden ajalta (Kuvat: Tiainen, 2020).



Idätyksen aikana kerrosviljelykontin LED-valojen sinisen valon osuudeksi spektristä oli määritetty 2 % ja valon intensiteetiksi  $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . PAR-mittarilla (LI-1500 light sensor logger) todelliseksi valon intensiteetiksi mitattiin  $132 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (LI-COR Biosciences UK Ltd, Iso-Britannia). Idätyksen ja koko kasvatuksen aikana päivän pituus oli 16 tuntia ja yön pituus 8 tuntia. Idätyksen ja kasvatuksen aikana kontin lämpötilatavoitteeksi oli säädetty  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Valaistuksen tuottama lämpö nosti kontin lämpötilaa yli tavoitteen, jolloin käynnistyi lämpötilaa laskeva tuuletus. Tallennuksien perusteella lämpötila vaihteli  $19\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$  ja oli päivisin keskimäärin  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  ja öisin keskimäärin  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ . Suhteellisen kosteuden (RH) tavoiteasetukseksi oli säädetty enintään 70 %. Keskimäärin suhteellinen kosteus oli 63 %.  $\text{CO}_2$ -pitoisuus oli tavoitteen mukaisesti keskimäärin 800 ppm koko kasvatuksen ajan.

Kasvualustana käytettiin Kekkilä Professional VHM 620 AirBoost R8332 -kasvualustaa (Kekkilä-BVB, Suomi). Parakrassin (*Acmella oleracea*) siemenet hankittiin Hyötykasviyhdistykseltä. Siemenet kylvettiin 1,5 dl:n ruukkuihin, joita oli yhteensä 288 kappaletta. Parakrassin siemenet kylvettiin kostutetun kasvualustan pintaan, koska siemenet tarvitsevat valoa itääkseen. Kylvön jälkeen ruukut kostutettiin sumuttamalla. Kylvetyt ruukut peitettiin muovilla kuivumisen estämiseksi. Muovi poistettiin kahdeksan vuorokauden kuluttua kylvöstä, jolloin suurin osa siemenistä oli itänyt.

Neljän viikon kuluttua kylvöstä osa kasveista oli määrä siirtää eri kasvatuspöydille ja aloittaa valokäsittelyt kasveille. Tämän vuoksi jo siementen itämisen jälkeen kontin kunkin kasvatuspöydän valaistus säädettiin lopulliselle tasolle eli myöhemmin alkavaksi aiottua valokäsittelyä vastaavaksi. Itäneitä ruukkuja ei kuitenkaan vielä siirretty valokäsittelyihin, vaan ne pidettiin edelleen alkuperäisellä pöydällään idätyksenaikaisessa valaistuksessa (sinisen valon osuus spektristä 2 % ja valon intensiteetti  $132 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ), joka toimi kontrollivalaistuksena koko kasvatuskokeen ajan (Kuva 10). Valaistuksen säätö tehtiin etukäteen, jotta muilta kasvatuspöydiltä mahdollisesti tulevat heijasteet eivät vaikuttaisi kontrollivalaistukseen valokäsittelyn aloitushetkellä.

Kuva 10. Parakrassien kasvatus ennen jakamista eri valokäsittelyihin (Kuvat: Tiainen, 2020).



Aluksi kasvualustat pidettiin kosteina sumuttamalla vettä kasvualustan pinnalle. Kahden viikon kuluttua kylvöstä aloitettiin viiden minuutin mittainen alakautta tapahtuva automaattikastelu, joka toistettiin kaksi kertaa viikossa kahden viikon ajan. Samalla aloitettiin lannoitus sumuttamalla Taimi-Superex NPK 19–4–20-liuoksella (1:100) kasvualustan pintaa (Kekkilä-BVB, Suomi). Kuhunkin ruukkuun jätettiin kasvamaan yksi taimi ja ylimääräiset taimet poistettiin.

Neljän viikon kuluttua kylvöstä aloitettiin kasvatuksen loppuun saakka jatkunut jokapäiväinen viiden minuutin mittainen alakautta tapahtuva automaattikastelu sekä



lannoitus kalsiumnitraattiliuoksella ja Kukka-Superex NPK 10–5–25-liuoksella (Kekkilä-BVB, Suomi). Kasteluliuoksen pH-arvoa säädettiin 3-prosenttisella typpihapolla. AMI Penta Fertilizer Mixer -järjestelmällä säädettiin pH-arvoksi 6,5 ja sähkönjohtavuudeksi 1,5 mS.

Automaattikastelun kanssa samanaikaisesti aloitettiin valokäsittely, jonka aikana kasvit altistuivat suuremmalle määrälle sinistä valoa ja/tai korkeammalle valon intensiteetille. Tällöin 288 parakrassiruukkuja jaoteltiin neljään yhtä suureen osaan neljälle eri kasvatuspöydälle. Tällöin jokaisella kasvatuspöydällä oli 72 ruukkuja, joista muodostui kuusi kerrannetta. Kussakin kerranteessa oli 12 ruukkuja. Neljännes ruukuista jätettiin alkuperäiselle pöydälle alkuperäiseen valaistukseen, joka toimi kontrollivalaistuksena koko kasvatuksen ajan. Loput ruukut jaettiin tasan kolmelle eri pöydälle, joihin oli jo aikaisemmin säädetty valokäsittelyiden mukaiset valaistusolosuhteet (Kuva 11, s. 60).

Kunkin kasvatuspöydän valon intensiteetti mitattiin yhdeksässä eri kohdassa kasvualustan pinnan korkeudelta PAR-mittarilla (LI-1500 light sensor logger, LI-COR Biosciences UK Ltd, Iso-Britannia). Mittaustuloksissa oli kasvatuspöytien sisäistä hajontaa eri mittauspisteiden välillä, jonka vuoksi kerranteiden paikkoja pöydillä vaihdettiin säännöllisesti. Kunkin kasvatuspöydän valointensiteetin mittaustulokset ovat yhdeksän mittaustuloksen keskiarvoja.

Kasvatuskokeessa käytetyt valokäsittelyt ja niiden mitatut valaistusolosuhteet:

- sinisen valon osuus spektristä 2 % ja valon intensiteetti  $132 \pm 9 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- sinisen valon osuus spektristä 2 % ja valon intensiteetti  $268 \pm 13 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- sinisen valon osuus spektristä 6 % ja valon intensiteetti  $279 \pm 11 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- sinisen valon osuus spektristä 6 % ja valon intensiteetti  $138 \pm 11 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

Kuva 11. Kasvien jakaminen eri valokäsittelyihin.

Eri kasvatuspöytien valaistusolosuhteet, sinisen valon osuus (%) ja valon intensiteetti ( $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ )					
Kylvö, idätys ja kasvatus neljä ensimmäistä vko	Ruukkujen (X) jakautuminen eri valaistusolosuhteisiin neljännen kasvatusviikon jälkeen, 6 ruutua/pöytä ja 12 kasvia/ruutu				
	2 % 132 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$	2 % 132 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$	2 % 268 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$	6 % 279 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$	6 % 138 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X
XXXXXXXXXXXXXXXX	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X

Kasvatuskokeen aikana tehtiin kaksi samanlaista, mutta eri kestoista valokäsittelyä, joista ensimmäinen kesti 7 vrk ja toinen 17 vrk. Tekstissä myöhemmin valokäsittelyistä käytetään nimiä lyhyt ja pitkä valokäsittely. Kummankin valokäsittelyn päätyttyä sato korjattiin. Ensimmäisessä sadonkorjuussa jokaiselta kasvatuspöydältä poistettiin puolet kunkin kerranteen kasveista. Samasta kerranteesta poistetut kasvit koottiin uudelleen suljettavaan muovipussiin, jonka sisältöä myöhemmin käsiteltiin yhtenä kerrannekohtaisena kuuden kasvin koontinäytteenä. Jokaisen pöydän jokaisen kerranteen toiset kuusi kasvia jätettiin valokäsittelyyn vielä 10 vuorokauden ajaksi, jonka jälkeen sadonkorjuu tehtiin kuten ensimmäisellä kerralla. Molempien sadonkorjuuiden jälkeen muovipusseihin pakatut näytteet pakastettiin nopeasti ja säilytettiin  $-80\text{ }^\circ\text{C}$  lämpötilassa Boreas U445 -syväpakastimessa. (Azbil Telstar Technologies, Espanja).

## 8.2 Analyysit

Parakrassin kasvua ja kuntoa arvioitiin kuivapainon ja ulkoasun perusteella. Kuivatuista ja jauhetuista parakrasseista uutetuista liuoksista määritettiin kokonaisfenolipitoisuus.

### 8.2.1 Ulkoasu ja kasvu

Valokäsittelyn päätyttyä ennen kasvien leikkaamista kasveille tehtiin visuaalinen kuntoarvio, jolloin arvioitiin valokäsittelykohtaisesti kasvien väriä ja kussakin valokäsittelyssä esiintyvien lehtivaurioituneiden kasvien määrää prosentuaalisesti luokituksella 0–100 %. Kunkin kerranteen kasveista mitattiin tuorepaino ja kuivapaino. Kuivapainon määrittämistä ja kemiallisia analyysejä varten pakastettuja kasveja kuivattiin 35 °C lämpötilassa 48 tuntia Klarstein Master Jerky 300 -kuivaimella (Chal-Tec Vertriebs- und Handels GmbH, Saksa).

### 8.2.2 Kokonaisfenolianalyysi

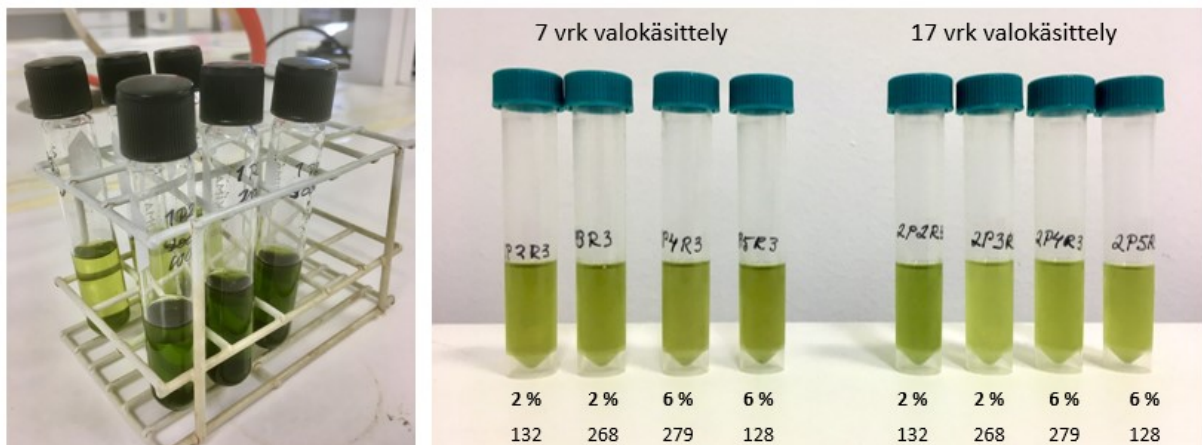
Kokonaisfenolianalyysin uuttoja varten kuivatut parakrassit jauhettiin hienoksi jauheeksi kahden minuutin ajan IKA® A 10 basic -analyysimyllyllä (IKA®-Werke GmbH & Co. KG, Saksa). Yhdestä kerranteesta eli kuudesta kasvista tehtiin yhteinen jauhettu koontinäyte (Kuva 12). Kustakin valokäsittelystä saatiin siten kuusi jauhettua näytettä, jotka toimivat kuutena rinnakkaisena näytteenä. Kummastakin valokäsittelyjaksosta tehtiin 24 kasvijauhetta eli näytettä.

Kuva 12. Vasemmalla pakastettua parakrassia, keskellä kuivattua parakrassia, oikealla analyysimyllyssä jauhettua parakrassia (Kuvat: Tiainen, 2020).



Uuttomenetelmässä mukailtiin *Plantago*-kasvilajien kokonaisfenolitutkimuksessa käytettyä uuttomenetelmää (Janković ym., 2012, s. 70). Ennen varsinaisia uuttoa tehtiin koeuutot sopivan näytemäärän määrittelemiseksi (Kuva 13). Koeuutoissa testattiin kummankin valokäsittelyjakson kasvijauheita näytemäärillä 100 mg, 200 mg, 300 mg, 400 mg ja 500 mg. Tällöin havaittiin, että suurempaa näytemäärää käytettäessä kokonaisfenolipitoisuus (mgGAE/g) jäi alhaisemmaksi kuin pienempää näytemäärää käytettäessä. Varsinaisessa uutossa 10 ml kierrekorkillisiin KIMAX-koeputkiin punnittiin ainoastaan 50 mg kasvijauhetta, jonka jälkeen lisättiin 5 ml 50 % etanolia. Uutosputkia näytteineen pidettiin 30 minuutin ajan ultraääniavusteisessa vesihauteessa Sonorex Digitec DT 255-laitteessa (BANDELIN electronic GmbH & Co. KG, Saksa). Uuttamisen jälkeen koeputkia sentrifugoitiin viiden minuutin ajan nopeudella 13 000 rpm (Jouan Sentrifugi CR3i, Thermo Electron Corporation, nyk. Thermo Fischer Scientific, Yhdysvallat), jonka jälkeen supernatantti (uuteliuos) pipetoitiin koeputkesta 10 ml Falcon-putkeen ja pohjalle erottunut sakka hävitettiin. Uutteet säilytettiin pakastimessa -18 °C ennen analysointia (Kuva 13).

Kuva 13. Vasemmalla koeuutteita, oikealla varsinaiset uutteet jokaiselta valokäsittelyltä (Kuvat: Tiainen, 2020).



Kaikista uutoksista määritettiin kokonaisfenolit Folin-Ciocalteu-menetelmällä (Suihkonen, 2021, s. 41). Ensin valmistettiin Folinin fenolireagenssin laimennos 1:10 (Folin-Ciocalteu's phenol reagent, Merck KGaA, Saksa) ja 7,5-prosenttinen Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-liuos (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Merck KGaA, Saksa). Jokaisesta Falcon-putkesta pipetoitiin huolellisen sekoittamisen jälkeen 200 µl supernatanttia uuteen Falcon-putkeen, johon lisättiin 1 ml Folinin fenolireagenssin laimennosta ja 0,8 ml 7,5-prosenttista Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-liuosta. Putkia sekoitettiin huolellisesti ja

seisotettiin 30 minuuttia pimeässä. Kustakin Falcon-putkesta näyte annosteltiin kertakäyttöiseen polystyreenimakrokyvetiin (VWR International, Yhdysvallat). Tämän jälkeen näytteiden kokonaisfenolipitoisuus määriteltiin UV-1800 Shimadzu -spektrofotometrillä aallonpituudella 765 nm (Shimadzu Corporation, Japani). Ennen varsinaisia mittauksia spektrofotometri nollattiin RO-vedellä täytetyllä kertakäyttökyvetillä. Standardisuorana käytettiin gallihappokantaliuoksesta 100 mg/100 ml (Callic acid 50 g, Extrasynthese, Ranska) Folin-Ciocalteu-menetelmän mukaisesti aiemmin valmistettua standardisuoraa, jonka gallihappopitoisuudet olivat 5, 10, 20, 30, 40 ja 100 mgGA/l ja absorbanssit 0,071, 0,134, 0,267, 0,366, 0,486 ja 1,149, tässä järjestyksessä. Spektrofotometri määritteli standardisuoran avulla uutoksista kokonaisfenolipitoisuuden yksikössä mgGAE/l (GAE tarkoittaa gallihappoekvivalenttia). Myöhemmin kokonaisfenolipitoisuus esitetään parakrassin kuivapainoa kohti yksikössä mgGAE/g kp.

### 8.3 Tilastolliset analyysit

Tilastollisessa testauksessa käytettiin JMP Pro -tilasto-ohjelmaa. Biomassantuotolle (kuivapaino), kokonaisfenolipitoisuudelle ja biomassaan suhteutetulle kokonaisfenolisaannolle laskettiin kuuden rinnakkaisen tuloksen keskiarvot ja keskihajonnat. Ensin arvioitiin tulosten normaalijakautuneisuus Shapiro-Wilk-testillä ja varianssien yhtäsuuruus Levenen testillä. Normaalijakautuneisuus ja varianssien yhtäsuuruus määrittelee sen, mitä testiä voidaan käyttää tulosten eroavaisuuksien merkitsevyyden testaamiseksi.

Edellä mainituilla esitesteillä kokonaisfenolipitoisuuden ja biomassaan suhteutetun kokonaisfenolisaannon tulokset osoittautuivat normaalijakautuneiksi ja varianssit yhtä suuriksi. Lisäksi tulokset olivat toisistaan riippumattomia, joten käsittelyjen välisten tulosten eroavaisuuksien selvittämiseksi voitiin käyttää yksisuuntaista varianssianalyysiä (Anova). Kun käsittelyjen välillä havaittiin eroja, käytettiin Tukey-Kramer HSD-testiä selvittämään, minkä käsittelyjen välillä kokonaisfenolipitoisuuden ja biomassaan suhteutetun kokonaisfenolisaannon erot olivat tilastollisesti merkitseviä.

Varianssianalyysin (Anova) käyttöehdot eivät täyttyneet biomassantuoton tulosten kohdalla, koska tulokset eivät olleet normaalijakautuneet. Tämän vuoksi biomassantuoton käsittelyjen

väliden tulosten eroavaisuuksien selvittämiseksi käytettiin Kruskal-Wallis-variانسsianalyysiä. Kun käsittelyjen välillä havaittiin eroja, käytettiin Steel-Dwas- testiä selvittämään, minkä käsittelyjen välillä biomassantuoton erot olivat tilastollisesti merkitseviä.

Kokonaisfenolipitoisuuden muutos lyhyemmän ja pidemmän käsittelyajan välillä testattiin monen muuttujan variانسsianalyysillä (Anova) sekä riippuvien otosten kaksisuuntaisella parittaisella t-testillä.

Tilastollisessa testaamisessa käytettiin 5 %:n merkitsevyytasoa. Tulos oli tilastollisesti merkitsevä, jos  $p < 0,05$ .

## 9 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Parakrassin biomassantuottoa sekä kokonaisfenolipitoisuutta ja -saantoa koskevat tulokset esitetään kootusti alla olevassa taulukossa (Taulukko 3), joka sisältää myös tilastollisen tarkastelun 5 % merkitsevyytasolla ( $p < 0,05$ ). Tuloksia tarkastellaan kerranteiden keskiarvoina tarkemmin luvuissa 9.1–9.3. Yksi kerranne sisältää kuusi kasvia.

Taulukko 3. Parakrassin biomassantuotto, kokonaisfenolipitoisuus ja biomassaan suhteutettu kokonaisfenolisaanto sekä tilastollinen tarkastelu

Tulokset esitetään kerrannaisten keskiarvoina  $\pm$  keskihajonta ( $n=6$ ) kuivapainoa (kp) kohden. Yksi kerrannainen sisältää kuusi kasvia.

Valokäsittelyn kesto (vrk)	Valokäsittely Sinivalon osuus (%) Valon intensiteetti ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Biomassa (g/ruutu kp)	Kokonaisfenolipitoisuus (mgGAE/g kp)	Biomassaan suhteutettu kokonaisfenolisaanto (mgGAE/ruutu kp)
7 vrk	2 % 132 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	10,06 $\pm$ 0,55 b	4,45 $\pm$ 0,40 b	44,72 $\pm$ 4,02 c
	2 % 268 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	13,40 $\pm$ 0,54 a	4,50 $\pm$ 0,18 b	60,34 $\pm$ 4,19 ab
	6 % 279 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	12,78 $\pm$ 0,90 a	4,80 $\pm$ 0,24 ab	61,29 $\pm$ 4,47 a
	6 % 138 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	10,45 $\pm$ 0,94 b	5,11 $\pm$ 0,18 a	53,48 $\pm$ 5,55 b
17 vrk	2 % 132 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	29,92 $\pm$ 2,11 b	4,28 $\pm$ 0,31 a	127,83 $\pm$ 9,31 b
	2 % 268 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	43,55 $\pm$ 3,37 a	4,22 $\pm$ 0,22 a*	183,88 $\pm$ 19,21 a
	6 % 279 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	41,44 $\pm$ 2,34 a	4,36 $\pm$ 0,25 a*	180,59 $\pm$ 13,02 a
	6 % 138 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	28,44 $\pm$ 2,19 b	4,63 $\pm$ 0,38 a*	131,89 $\pm$ 17,50 b

Sarakkeessa oleva eri kirjain tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p < 0,05$ ) eri käsittelyjen välillä yhden valotusjakson (7 vrk tai 17 vrk aikana). \* tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0,05$ ) kokonaisfenolipitoisuuden laskua ensimmäisen valotusjakson jälkeen.



## 9.1 Ulkoasu ja kasvu

Visuaalisessa kuntoarviossa todettiin, että 7 vuorokauden jälkeen valokäsittelyiden välillä ei ollut merkittäviä eroja kasvien lehtien värissä tai lehtivaurioiden määrässä. Pieniä lehtivauriota oli vain satunnaisesti. Lehdet olivat vain hieman vaaleammat niissä kasveissa, jotka olivat olleet korkeamman valon intensiteetin valokäsittelyissä.

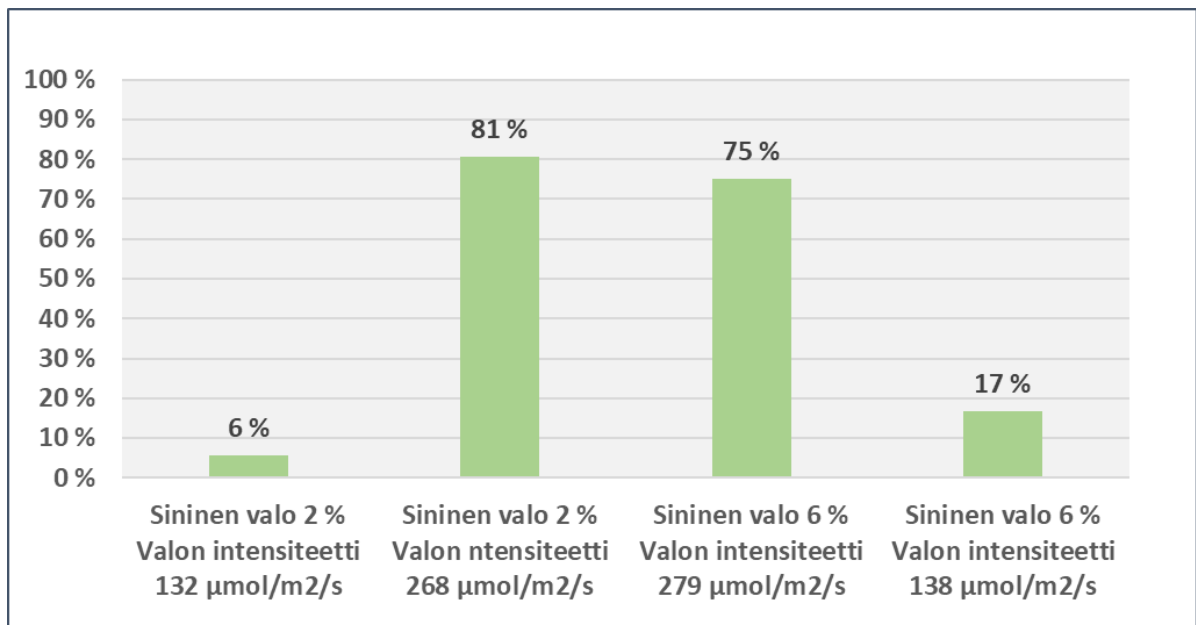
Valokäsittelyn jatkuttua 17 vuorokautta kasvien ulkoasun erot eri valokäsittelyiden välillä näkyivät selvästi. Korkeammissa valon intensiteeteissä kasvaneet kasvit olivat selvästi lehdiltään vaaleampia kuin matalissa valon intensiteeteissä kasvaneet kasvit (Kuva 14).

Kuva 14. Parakrassit 17 vrk valokäsittelyn jälkeen. Vasemmalla korkeammissa valon intensiteeteissä kasvaneet kasvit.



Valokäsittelyn jatkuttua 17 vuorokautta korkeampien valon intensiteettien kasveissa oli selvästi enemmän lehtivaurioita kuin matalien valon intensiteettien kasveissa. Näistä kasveista 75–81 %:lla oli vähintään yksi lehtivaurio. Myös pelkkää sinisen valon lisäystä saaneissa kasveissa oli hieman enemmän lehtivaurioita kuin kontrollina toimineissa kasveissa (Kuva 15). Kaikissa valokäsittelyissä oli alkanut kasvien kukinta.

Kuva 15. Lehtivaurioituneiden parakrassien osuus (%) kussakin valokäsittelyssä 17 vuorokauden jälkeen. Kasvit, joissa vähintään yksi lehti vaurioitunut.

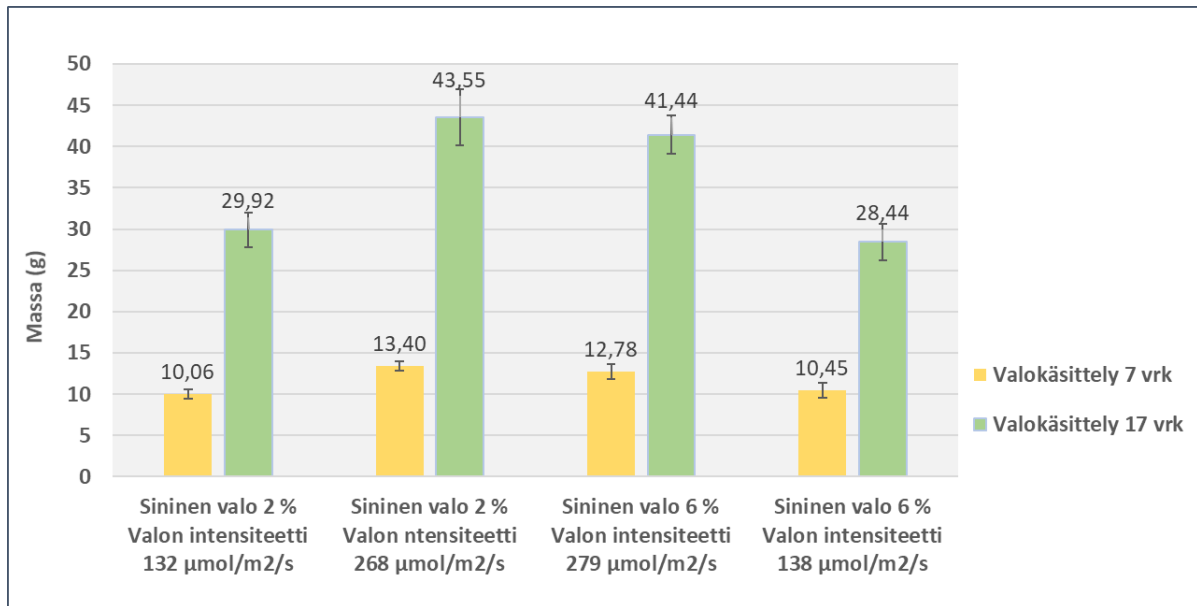


Lyhyen (7 vrk) valokäsittelyn jälkeen kontrollikäsittelyssä kerrannaisten keskimääräinen biomassa oli 10,06 g kp (6 kasvia). Pelkkää sinisen valon lisäystä saaneiden kasvien biomassa oli 10,45 g kp. Edellä mainitut olivat matalan valon intensiteetin valokäsittelyjä, eivätkä niiden biomassat eronneet merkitsevästi toisistaan ( $p > 0,05$ ) (Kuva 16, s. 67).

Lyhyen (7 vrk) valokäsittelyn jälkeen saavutettiin n. 30 % suurempi biomassantuotto korkeampien valon intensiteettien kasveilla ( $p < 0,05$ ) riippumatta siitä, oliko sinisen valon osuus tällöin 2 % vai 6 %. Korkealla valointensiteetillä ja sinisen valon osuudella 2 % biomassa oli 13,40 g kp ja sinisen valon osuudella 6 % biomassa oli 12,78 g kp, eivätkä korkean valon intensiteetin biomassat poikenneet merkittävästi toisistaan ( $p < 0,05$ ) (Kuva 16, s. 67).



Kuva 16. Parakrassin (6 kasvia) biomassa 7 ja 17 vuorokauden valokäsittelyn jälkeen.



Pitkän (17 vrk) valokäsittelyn jälkeen kontrollikäsittelyssä yhden kerranteen keskimääräinen biomassa oli 29,92 g kp. Pelkkää sinisen valon lisäystä saaneiden kasvien biomassa oli 28,44 g kp. Edellä mainitut olivat matalan valon intensiteetin valokäsittelyjä, eivätkä niiden biomassat eronneet merkitsevästi toisistaan ( $p > 0,05$ ) (Kuva 16).

Pitkän (17 vrk) valokäsittelyn jälkeen korkeampien valon intensiteettien kasveilla saavutettiin korkeimmat biomassantuotot ( $p < 0,05$ ) riippumatta siitä, oliko sinisen valon osuus samanaikaisesti 2 % vai 6 %. Valon intensiteetillä 268 µmol/m<sup>2</sup>/s ja sinisen valon osuudella 2 % saavutettiin yhden kerranteen biomassaksi 43,55 g kp, joka oli 46 % korkeampi kuin kontrollikäsittelyn biomassantuotto. Valon intensiteetillä 279 µmol/m<sup>2</sup>/s ja sinisen valon osuudella 6 % saavutettiin biomassaksi 41,44 g kp, joka oli 36 % korkeampi kuin kontrollin biomassantuotto. Edellä mainitut eivät tilastollisesti poikenneet toisistaan ( $p > 0,05$ ) (Kuva 16).

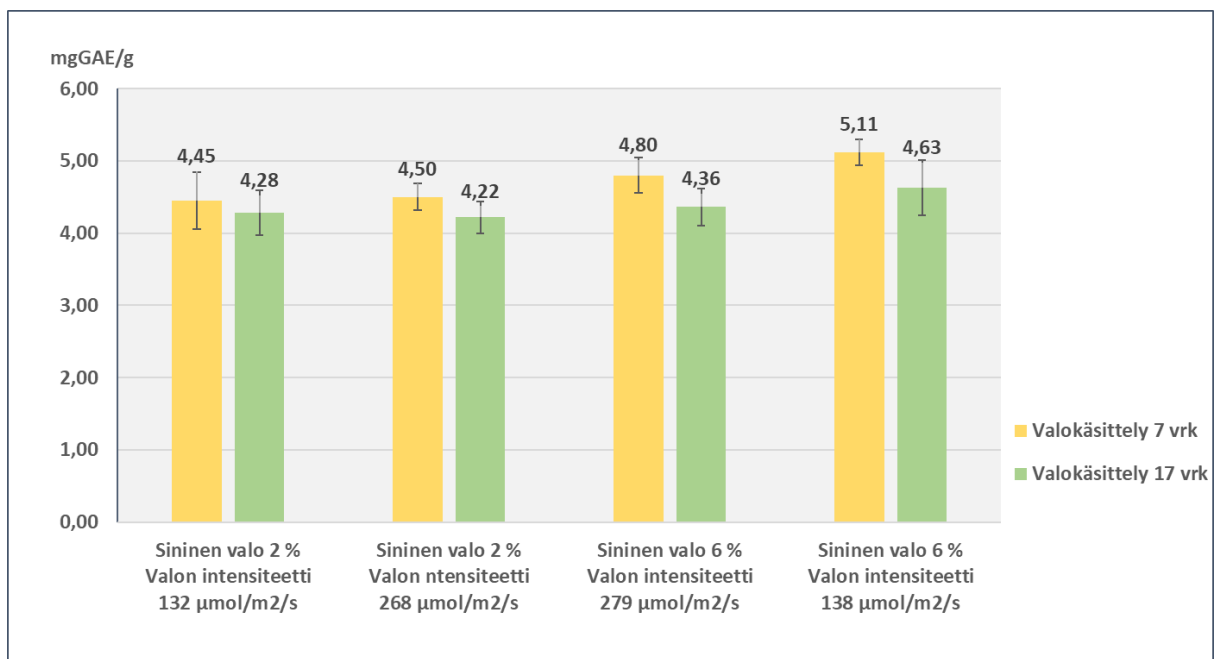
## 9.2 Kokonaisfenolipitoisuus

Lyhyen valokäsittelyn (7 vrk) jälkeen runsaammalla määrällä sinistä valoa (6 %) kasvaneilla kasveilla havaittiin korkeampi kokonaisfenolipitoisuus kuin vähemmällä sinisellä valolla (2 %) kasvaneilla kasveilla riippumatta siitä, oliko valon intensiteetti samanaikaisesti korkea vai matala ( $p < 0,05$ ). Valon intensiteetillä 138 µmol/m<sup>2</sup>/s ja sinisen valon osuudella 6 %

saavutettu kokonaisfenolipitoisuus oli 5,11 mgGAE/g kp. Valon intensiteetillä 279  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % saavutettu kokonaisfenolipitoisuus oli 4,80 mgGAE/g kp. Edellä mainituilla ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa toisiinsa nähden ( $p < 0,05$ ) (Kuva 17).

Lyhyen valokäsittelyn (7 vrk) jälkeen valon intensiteetillä 132  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % (kontrollikäsittely) saavutettu kokonaisfenolipitoisuus oli 4,45 mgGAE/g kp. Valon intensiteetillä 268  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % saavutettu kokonaisfenolipitoisuus oli 4,50 mgGAE/g kp. Valon intensiteetillä 279  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % saavutettu kokonaisfenolipitoisuus oli 4,80 mgGAE/g kp. Edellä mainitut korkean valon intensiteetin kokonaisfenolipitoisuudet eivät tilastollisesti eronneet kontrollikäsittelyllä saavutetusta kokonaisfenolipitoisuudesta ( $p > 0,05$ ). Tässä kokeessa valon intensiteetin nostolla ei siten havaittu vaikutusta kokonaisfenolipitoisuuteen 7 vuorokauden valokäsittelyssä (Kuva 17).

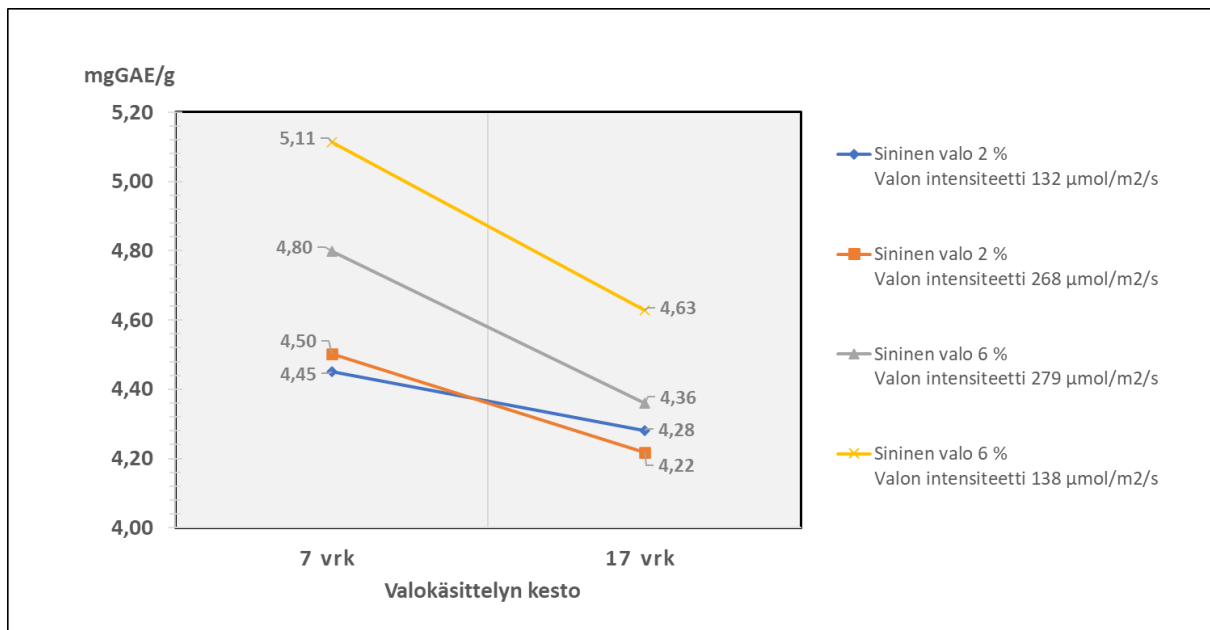
Kuva 17. Parakrassin kokonaisfenolipitoisuus eri valokäsittelyissä.



Parakrassin kokonaisfenolipitoisuudessa ei ollut valokäsittelyjen välisiä tilastollisia eroja enää pidemmän valokäsittelyn (17 vrk) jälkeen ( $p > 0,05$ ) (Kuva 17).

Kokonaisfenolipitoisuus oli vähentynyt ensimmäisen (7 vrk valokäsittely) ja toisen mittauskerran (17 vrk valokäsittely) välillä niissä kasveissa, joita oli altistettu sinisen valon osuuden ja/tai valointensiteetin nostolle ( $p < 0,05$ ). Kontrollikäsitteilyllä kokonaisfenolipitoisuus ei vähentynyt merkittävästi. Kokonaisfenolipitoisuus laski eniten niissä kasveissa, joissa se oli ensimmäisellä mittauskerralla (7 vrk:n jälkeen) ollut suurin eli 6 % sinistä valoa saaneissa kasveissa. Valon intensiteetillä 138  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % kokonaisfenolipitoisuus laski 15 %. Valon intensiteetillä 279  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % kokonaisfenolipitoisuus laski 9 %. Valon intensiteetillä 268  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % kokonaisfenolipitoisuus laski 6 %. Kontrollikäsitteilyssä valon intensiteetillä 132  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % kokonaisfenolipitoisuuden väheneminen ei ollut merkitsevää ( $p > 0,05$ ) (Kuva 18).

Kuva 18. Parakrassin kokonaisfenolipitoisuuden väheneminen ensimmäisen ja toisen mittauskerran välillä.



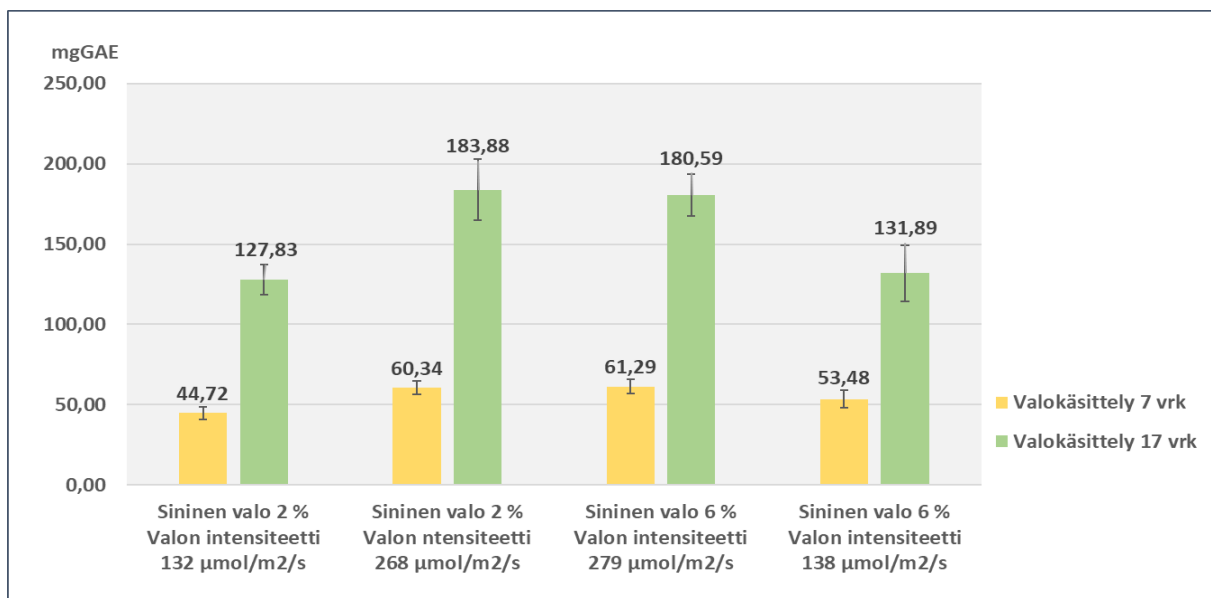
### 9.3 Kokonaisfenolisaanto

Kun kokonaisfenolipitoisuus suhteutetaan saavutettuun biomassaan, voidaan tarkastella kokonaisfenolisaantoa. Lyhyen valokäsittelyn (7 vrk) jälkeen sinisen valon osuuden ja valon intensiteetin nosto yhdessä ja erikseen paransivat kokonaisfenolisaantoa verrattuna kontrolliin ( $p < 0,05$ ). Kontrollikäsitteilyllä (valon intensiteetti 132  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon

osuus 2 %) kokonaisfenolisaanto oli 44,72 mgGAE. Korkein kokonaisfenolisaanto muihin verrattuna saavutettiin niissä kasveissa, joille oli tehty valointensiteetin nosto ( $p < 0,05$ ). Valon intensiteetillä 279  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 61,29 mgGAE. Valon intensiteetillä 268  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 60,34 mgGAE. Edellä mainitut korkean valon intensiteetin käsittelyt eivät eronneet tilastollisesti toisistaan ( $p > 0,05$ ).

Kun ainoana valokäsittelynä oli sinisen valon osuuden nosto (valon intensiteetti 138  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuus 6 %), saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 53,48 mgGAE/g. Kun ainoana valokäsittelynä oli valon intensiteetin nosto (valon intensiteetti 268  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuus 2 %), saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 60,34 mgGAE. Ainoana valokäsittelynä pelkkä sinisen valon lisäys tai pelkkä valon intensiteetin nosto paransivat kokonaisfenolisaantoa, mutta eivät valokäsittelyinä kokonaisfenolisaannon suhteen eronneet merkittävästi toisistaan ( $p > 0,05$ ) (Kuva 19).

Kuva 19. Parakrassin (6 kasvia) biomassaan suhteutettu kokonaisfenolisaanto.



Pitkän valokäsittelyn (17 vrk) jälkeen korkein parakrassin kokonaisfenolisaanto verrattuna muihin saavutettiin valon intensiteettiä nostamalla ( $p < 0,05$ ). Tällöin valon intensiteetillä 268  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 2 % saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 183,88 mgGAE ja valon intensiteetillä 279  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuudella 6 % saavutettu

kokonaisfenolisaanto oli 180,59 mgGAE. Edellä mainitut korkeamman valon intensiteetin käsittelyt eivät eronneet tilastollisesti toisistaan ( $p > 0,05$ ).

Kontrollikäsittelyllä (valon intensiteetti 132  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuus 2 %) saavutettu kokonaisfenolisaanto oli 127,83 mgGAE. Kun ainoana valokäsittelynä oli sinisen valon osuuden nosto (valon intensiteetti 138  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ja sinisen valon osuus 6 %), kokonaisfenolisaannoksi saatiin 131,89 mgGAE. Täten pelkällä sinisen valon osuuden nostolla ei havaittu merkittävää vaikutusta kokonaisfenolisaantoon pitkän valokäsittelyn (17 vrk) päätteeksi ( $p > 0,05$ ) (Kuva 19, s. 70).

Aikaisemmin mainittiin, että kokonaisfenolipitoisuus väheni eniten niissä kasveissa, joilla ainoana valokäsittelynä oli sinisen valon osuuden nosto. Vähentyneen kokonaisfenolipitoisuuden vuoksi niissä ei havaittu merkittävää eroa kontrolliin enää pitkän valokäsittelyn jälkeen. Korkeamman valon intensiteetin käsittelyllä saavutettiin huomattavasti suurempi biomassantuotto, minkä vuoksi myös kokonaisfenolisaanto oli suurempi.

## 10 Johtopäätökset ja pohdinta

Kirjallisuusosuuden tekemisen aikana on tuotu esiin useita kiinnostavia terveysvaikutteisia hyötykasveja, joita on mahdollista kasvattaa kerrosviljelytekniikalla. Tavanomaisten ruukkukasvien viljely kerrosviljelytekniikalla on osoittautunut kustannuksiltaan kasvihuoneviljelyä arvokkaammaksi suurten investointikulujen vuoksi. Tämän vuoksi uudenlaista liiketoimintaa suunniteltaessa tulisi keskittyä myös uudenslaisiin ja kiinnostaviin arvokasveihin, joiden avulla etenkin kerrosviljelyssä olosuhteita säätämällä kyetään tuottamaan runsaasti arvokkaita bioaktiivisia yhdisteitä.

Kasveille saadaan merkittävä arvonnousu eristämällä niistä esimerkiksi uuttamalla bioaktiivisia yhdisteitä, joista voidaan jalostaa joko terveysvaikutteisia elintarvikkeita, rohdoksia, kosmetiikkaa tai ravintolisiä. Myös trendikkästä superfoodista kiinnostuneet kuluttajat saattavat olla halukkaita maksamaan terveyttä edistävästä salaattivihanneksista ja yrteistä korkeampaa hintaa kuin tavanomaisista ruukkuviljellyistä salaattivihanneksista.

Suomessa on hyväksi todettua kerrosviljelyteknologiaa, jonka avulla voidaan tuoda helpotusta ruokaturvaan ja tuoretuotteiden saatavuuteen sellaisillakin alueilla, joilla on muutoin haastavat olosuhteet esimerkiksi kasvihuoneviljelylle. Nykyaikaista teknologiaa hyödyntämällä saadaan kasvista paras mahdollinen tuote.

Kerrosviljelytekniikka on verrattain uutta Suomessa ja puutarha-alan yrittäjillä vaikuttaa olevan kiinnostusta uuteen tekniikkaan ja uudenslaisiin hyötykasveihin sekä niistä saataviin yhdisteisiin ja parempaan tuottoon. Uudenslaisten tuotteiden kanssa tulee elintarvikkeisiin ja ravintolisiin liittyvät lainsäädännölliset seikat selvittää tarkasti ennen tuotteiden kaupallistamista. Tämä vaatii kunkin kasvin osalta oman selvityksensä, jotta tuote tai yhdiste voidaan saattaa markkinoille EU:n alueella.

Vihannesportulakka unohdettuna perinnekasvina ja veripeippi sekä parakrassi kiinnostavina uutuuksina sisältävät runsaasti bioaktiivisia yhdisteitä, joiden lisäämismahdollisuuksia kerrosviljelytekniikalla sekä saavutettujen yhdisteiden eristämistä kannattaa tutkia lisää.

Tässä opinnäytetyössä kasvatetun ja tutkitun parakrassin kokonaisfenolipitoisuus täsmäsi aiemmin raportoituihin parakrassin kokonaisfenolipitoisuuksiin. Julkaisuissa kokonaisfenolipitoisuudet vaihtelevat kuitenkin sen mukaan, mitä kasvin osaa, uuttomenetelmää, kasvualustaa tai kasvatusmenetelmää on käytetty. Tutkimusjulkaisuja, joissa olisi tutkittu nimenomaan sinisen valon osuuden tai valon intensiteetin vaikutusta parakrassin kokonaisfenolipitoisuuteen, ei ilmennyt. Abeyesirin ym. (2013, ss. 852–856) tutkimuksessa lehtien, varsien ja kukkien kokonaisfenolipitoisuudeksi määriteltiin 7,59 mgGAE/g, 1,56 mg GAE/g ja 5,34 mgGAE/g, tässä järjestyksessä. Toisaalta Abeyesighnen ym. (2014, ss. 163–167) tutkimuksessa saavutettiin hydroponisesti kasvatetun parakrassin lehtien kokonaisfenolipitoisuudeksi 11,45 mgGAE/g uuttamalla fenoliset yhdisteet 80 % metanolilla. Tässä opinnäytetyössä parakrassin fenoliset yhdisteet uutettiin 50 % etanolilla ja uutoissa käytettiin lehtien, varsien ja kukkien seosta, jolloin kokonaisfenolipitoisuudeksi eri valokäsittelyissä saavutettiin 4,22–5,11 mgGAE/g.

Bioaktiivisten yhdisteiden tuottamista voidaan optimoida uuttomenetelmän lisäksi kasvatuksen aikaisella valaistuksella. Useissa tutkimuksissa on osoitettu sinisen valon lisäämisen vaikuttavan positiivisesti terveysvaikutteisten sekundäärimetaboliittien

muodostumiseen. Sininen valo nostaa Holopaisen ym. (2018, ss. 7–10) mukaan yli 30 fenolisen yhdisteen pitoisuutta kasveissa. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu liiallisen sinisen valon annostelun vähentävän fenolisten yhdisteiden saantoa. Tillillä, basilikalla ja persiljalla saavutettiin fenolisten yhdisteiden parempi saanto, kun sinisen valon osuutta spektrissä lisättiin 7 prosenttiin saakka. Sen sijaan, kun sinisen valon osuutta lisättiin 30 prosenttiin saakka, alkoi saanto useimmissa tapauksissa laskea. (Litvin ym., 2020, ss. 18–29). Punalehtisen pak choin kokonaisfenoleilla savutettiin 35 % parannus verrattuna nollatasoon lisäämällä 10 vuorokauden ajan ennen sadonkorjuuta sinistä valoa  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , (Zheng ym., 2018, ss. 2250–2251). Sinisen valon osuuden pitkäkestoisen nostamisen vaikutus bioaktiivisten yhdisteiden tuotantoon tai pysyvyyteen ei ilmennyt tarkastelluista julkaisuista.

Tämän opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa saavutettiin 15 % korkeampi parakrassin kokonaisfenolipitoisuus kolminkertaistamalla sinisen valon osuus spektrissä seitsemän vuorokauden ajaksi. Myöhemmin fenolisten yhdisteiden pitoisuudet kaikissa kasveissa laskivat, jolloin valokäsittelyjen väliset erot kokonaisfenolipitoisuudessa tasoittuivat siten, ettei valokäsittelyjen välisiä eroja enää havaittu 17 vuorokauden valokäsittelyn päätyttyä.

Tutkimusjulkaisuissa ei ilmennyt tietoa valon intensiteetin tai sinisen valon osuuden noston vaikutuksesta parakrassin biomassantuottoon. On kuitenkin raportoitu, että valon intensiteettiä nostamalla voidaan parantaa useiden hyötykasvien biomassantuottoa. Nguyen ym. (2019) kerrosviljelytutkimuksessa valon intensiteettiä nostamalla saavutettiin korianterin korkeampi biomassantuotto ja suurempi kokonaisfenolipitoisuus. Lun ym. (2017, ss. 1–10) tutkimuksessa valon intensiteetin nosto lisäsi violetin veripeipin biomassantuottoa ja sekundäärimetaboliittien muodostumista. Tässä opinnäytetyössä valokäsittelyn pituudesta riippumatta parakrassin suurin biomassantuotto saavutettiin, kun valon intensiteetti kaksinkertaistettiin. Sinisen valon osuuden lisäyksellä ei ollut vaikutusta biomassantuottoon.

Kokonaisuudessaan valon intensiteetin kaksinkertaistaminen ja sinisen valon osuuden kolminkertaistaminen spektrissä sekä yhdessä että erikseen lisäsivät parakrassin fenolisten yhdisteiden saantoa seitsemän vuorokauden valokäsittelyssä. Valokäsittelyn jatkuttua 17 vuorokauteen saakka sinisen valon osuuden lisääminen ei enää parantanut fenolisten yhdisteiden saantoa. Tällöin suurin fenolisten yhdisteiden saanto tuotettiin suuremman

biomassan avulla korkeamman valon intensiteetin kasveista, vaikka kokonaisfenolipitoisuuksissa valokäsittelyjen välillä ei tuolloin ollut eroja.

Seitsemän vuorokauden valokäsittelyn jälkeen kasvit olivat edelleen moitteettomassa kunnossa, myyntikelpoisia sekä herkullisen näköisiä. Tällöin valokäsittelyiden väliset erot kokonaisfenolipitoisuudessa, biomassantuotossa ja kokonaisfenolisaannossa olivat selkeitä ja tilastollisesti merkitseviä. Sinisen valon osuuden lisääminen nosti kokonaisfenolipitoisuutta, kun taas valon intensiteetin nostaminen paransi biomassantuottoa. Vaikka pitkällä 17 vuorokauden valokäsittelyllä saatiin valon intensiteettiä nostamalla tuotettua lähes 50 % enemmän biomassaa ja sitä kautta myös enemmän kokonaisfenolisaantoa, aiheutti valon intensiteetin nostaminen pitkäaikaisesti samalla runsaasti lehtivaurioita, mikä vähentää kasvin myyntiarvoa ja houkuttelevuutta. Valokäsittelyjä optimoitaessa tulee tutkia, mikä määrä sinistä valoa tai kuinka korkea valon intensiteetti tai kuinka pitkä valokäsittely antaa riittävän korkean pitoisuuden tietyllä yhdisteellä ilman kasvilaadun heikkenemistä.

Pidemmän valokäsittelyn aikana kaikki parakrassit olivat ehtineet kukintavaiheeseen, eikä tiedetä, ovatko värin vaaleneminen tai lehtivauriot tyypillisiä kyseisen kasvin kukintavaiheelle. Ei myöskään voida olla varmoja, aiheuttiko pidennetty valokäsittely vai kukintavaiheen alkaminen kokonaisfenolipitoisuuden laskun parakrassissa. Kasvin kehitysvaiheen tiedetään vaikuttavan sekundäärimetaboliaan, kuten fenolisten yhdisteiden tuotantoon. Keskitalon (2001, s. 31) mukaan sekundäärimetaboliatuotteiden pitoisuudet useimmiten kasvavat kasvien kukintaan saakka, jonka jälkeen pitoisuudet laskevat. Kun valokäsittelyä optimoidaan, tuleekin määritellä, missä kasvatuksen vaiheessa tai missä kasvin kehityksen vaiheessa valokäsittely kannattaa toteuttaa parhaan mahdollisen kasvilaadun saavuttamiseksi. Kasvia esimerkiksi uutteiksi tai ravintolisiksi jatkojalostava taho määrittelee raaka-aineen laatuvaatimukset, jonka mukaan voidaan räätälöidä kestoltaan soveltuva ja oikein ajoitettu valokäsittelyjakso. Jos halutaan tuottaa runsaasti fenolisia yhdisteitä, kannattanee siihen tarkoitukseen kuitenkin valita parakrassin sijaan sellainen kasvi, jossa kokonaisfenolipitoisuus tai tietyn fenolisen yhdisteen pitoisuus on jo lähtökohtaisesti korkeampi kuin parakrassilla.



Parakrassin tutkimisessa kannattanee ensisijaisesti keskittyä kasville tyypillisen yhdisteen spilantolin saantoon. Spilantolin vaikutuksia ihmisiin ja eläimiin on tutkittu laajasti. Juuri spilantoli antaa parakrassille tyypillisen kipunoivan ja puuduttavan suutuntuman.

Parakrassista voidaan spilantolin avulla jalostaa korkeamman arvon tuotteita, koska spilantolia käytetään rohdosteollisuudessa, elintarviketeollisuuden aromiaineena sekä kosmetiikassa ihoa kiinteyttävänä ja lihaksia rentouttavana yhdisteenä. Spilantolin terveysvaikutuksista on runsaasti tutkimustietoa, mutta valon intensiteetin tai sinisen valon lisäyksen vaikutusta spilantolin pitoisuuteen ei ole tiettävästi dokumentoitu.

Kerrosviljelytekniikka LED-valoilla antaa hyvät mahdollisuudet tämän kaltaiselle tutkimukselle. Spilantolisaannon maksimoimiseksi parakrassin kannattaa antaa kukkia, sillä kukissa spilantolin pitoisuus on korkein. Kerrosviljelyssä päivän pituudella voidaan vaikuttaa kukintavaiheen alkamiseen. Tämän opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa parakrassin kukintavaiheeseen päästiin alle seitsemän viikon kuluttua kylvöstä, jolloin parakrassin maanmyötäiset varret olivat pituudeltaan noin 20–30 cm.

Parakrassi soveltuu käytettäväksi myös miniversoina, jolloin satoa voidaan tuottaa nopealla syklillä, koska satoa saadaan jo 2–3 viikon kuluttua kylvöstä. Miniversot soveltuvat esimerkiksi annoskoristeeksi.

Tässä opinnäytetyössä testatut valokäsittelyt olivat verrattain pitkäkestoisia. Parakrassin kohdalla kannattaa kokeilla, kuinka lyhyellä kasvatuksella tai valokäsittelyllä saavutetaan tietyn yhdisteen halutunlainen pitoisuus tai saanto. Joissakin kasveissa tiettyjen yhdisteiden pitoisuus saattaa lisääntyä valokäsittelyn päätyttyä. Yildrimin ym. (2020, ss. 1–7) tutkimuksessa tutkittiin neidonkielen kokonaisfenolipitoisuutta kahden viikon UV-B stressin päätteeksi. Tutkimuksessa todettiin pitoisuuden olevan tavallista korkeampi heti valokäsittelyn päätyttyä, mutta korkeimmillaan vasta viikon kuluttua valokäsittelyn päättymisestä.

Tasalaatuisen raaka-aineen tuottamiseksi on syytä tutkia, lisääntyykö vai vähentyykö halutun yhdisteen pitoisuus valokäsittelyn päätyttyä. Kasvilajikohtaisia valo-olosuhteita voidaan tutkimuksen jälkeen optimoida kerrosviljelylle sen mukaan, halutaanko tuottaa paljon korkealaatuista kasvimassaa vai mahdollisimman korkea tietyn yhdisteen pitoisuus. Kun kerrosviljelyyn soveltuvista kasveista tehdään riittävästi tutkimusta, saadaan uutta tietoa ja

uusia ideoita, joiden kautta voidaan vahvistaa puutarha-alan yrittäjien liiketoimintaa ja luoda uusia mahdollisuuksia sekä tehdä uusia innovaatioita. Valotuksen optimoinnilla saavutetaan runsaamman bioaktiivisen yhdisteen pitoisuuden ja biomassantuoton myötä suurempi taloudellinen hyöty sekä turhan energiankulutuksen ja hävikin vähenemisen myötä tuotannon kestävyys.

## Lähteet

- Aamulehti (2016). Tamperelainen keksintö mullistaa maailman kasvihuoneet – ei tarvita työntekijöitä eikä aurinkoa. <https://www.aamulehti.fi/raha/tamperelainen-keksinto-voimullistaa-maailman-kasvihuoneet-ei-tarvita-tyontekijoita-eika-aurinkoa-24148440>
- Aamulehti (2019). Pirkkalalainen vertikaaliviljelyteknologiaa kehittävä Netled teki 10 miljoonan euron sopimuksen brittiryityksen kanssa – tähtäävät maailmanmarkkinoille. <https://www.aamulehti.fi/a/f0fda3a6-3601-429d-bc4d-f66d152c192f>
- Abeysinghe, D., Wijerathne, S., & Dharmadasa, R. (2014). Secondary Metabolites Contents and Antioxidant Capacities of *Acmella Oleraceae* Grown under Different Growing Systems. *World Journal of Agricultural Research* 4/2014, 163–167. <http://pubs.sciepub.com/wjar/2/4/5/index.html>
- Abeysiri, G.R.P.I, Dharmadasa, R.M., Abeysinghe, D.C. & Samarasinghe, K. (2013). Screening of phytochemical, physico-chemical and bioactivity of different parts of *Acmella oleraceae* Murr. (Asteraceae), a natural remedy for toothache. *Industrial Crops and Products* 50/2013, 852–856. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.043>
- Ahmed, H.M. (2019). Ethnomedicinal, Phytochemical and Pharmacological Investigations of *Perilla frutescens* (L.) Britt. *Molecules* 1/2019, article number 102. <https://doi.org/10.3390/molecules24010102>
- Ahonen-Raassina, H., Hujala, E. & Palmgren, P. (2000). Yrttitarha-info: Vihannesportulakka. Osaran maaseutuopetusyksikkö. Länsi-Pirkanmaan Koulutuskuntayhtymä. <http://www.yrttitarha.fi/kanta/vihannesportulakka/index.html>
- Aiso, I., Inoue, H., Seiyama, Y. & Kuwano, T. (2014). Compared with the intake of commercial vegetable juice, the intake of fresh fruit and komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) juice mixture reduces serum cholesterol in middle-aged men: a randomized controlled pilot study. *Lipids in Health and Disease* 13/2014, artikkelinnumero 102, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-102>
- Alam, A., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y., Hamid, A. A., Aslani, F. & Alam, M. Z. (2014) Effects of salinity and salinity-induced augmented bioactive compounds in purslane (*Portulaca*

*oleracea* L.) for possible economical use. *Food Chemistry* 169/2015, 439–447.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.019>

Alexas\_Fotos (valokuvaaja). (2018). *Perilla frutescens* [kuva].

<https://pixabay.com/photos/perilla-frutescens-lamiaceae-plant-3509398/>

AnRo0002 (valokuvaaja). (2014). Portulak (*Portulaca oleracea*) bei Reilingen [kuva].

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Portulaca\\_oleracea#/media/File:20140807Portulaca\\_oleracea3.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Portulaca_oleracea#/media/File:20140807Portulaca_oleracea3.jpg)

AVRDC The World Vegetable Center (2011). Vegetable amaranth (*Amaranthus* L.).

[https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES\\_PLANTES/amarante/amaranth\\_cooperators\\_guide.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/amarante/amaranth_cooperators_guide.pdf)

Bernhoft, A. (2010). Bioactive compounds in plants – benefits and risks for man and animals. The Norwegian Academy of Science and Letters.

<http://english.dnva.no/binfil/download.php?tid=48677>

Bhat, A. A., Islam, S. T., Ali, A., Sheikh, B. A., Tariq, L. Islam, S. U. & Hassan, T. U. (2020). Role of Micronutrients in Secondary Metabolism of Plants. E-kirjassa *Plant micronutrients Deficiency and Toxicity Management 2020*, 311–329.

[https://www.researchgate.net/publication/343454096\\_Role\\_of\\_Micronutrients\\_in\\_Secondary\\_Metabolism\\_of\\_Plants#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/343454096_Role_of_Micronutrients_in_Secondary_Metabolism_of_Plants#fullTextFileContent)

Bildagentur Zoonar GmbH (n.d.). Buck's-horn plantain, *Platago coronopus* [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/buckshorn-plantain-platago-coronopus-419854822>

Blazevic, I. & Mastelic, J. (2008). Free and Bound Volatiles of Garlic Mustard (*Alliaria petiolata*). *Croatica Chemica Acta* 4/2008, 607–613.

[https://www.researchgate.net/publication/288580543\\_Free\\_and\\_Bound\\_Volatiles\\_of\\_Garlic\\_Mustard\\_Alliaria\\_petiolata](https://www.researchgate.net/publication/288580543_Free_and_Bound_Volatiles_of_Garlic_Mustard_Alliaria_petiolata)

Braxmeier, H. (valokuvaaja). (2013). Kynteli [kuva].

<https://pixabay.com/fi/photos/kynteli%C3%A4-kulinaarisia-yrttej%C3%A4-yrtti-115371/>

- Butturini, M. & Marcelis, L. F. M. (2020). Vertical farming in Europe: present status and outlook. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 77–88.
- CAB International (2020). *Plantago coronopus* (Buck's-horn plantain).  
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/109678#REF-DDB-150726>
- Caputi, L. & Aprea, E. (2011). Use of Terpenoids as Natural Flavouring Compounds in Food Industry. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture* 1/2011, 9–16.  
<https://doi.org/10.2174/2212798411103010009>
- Chan, W. K., Tan, L. T., Chan, K. G., Lee, L. H., & Goh, B. H. (2016). Nerolidol: A Sesquiterpene Alcohol with Multi-Faceted Pharmacological and Biological Activities. *Molecules* 5/2016, 1–40. <https://doi.org/10.3390/molecules21050529>
- Cho, K. S., Lim, Y. Lee, K., Lee, J., Lee, J. H. & Lee, I-S. (2017). Terpenes from Forests and Human Health. *Toxicological Research* 2/2017, 97–106.  
<https://doi.org/10.5487/TR.2017.33.2.097>
- Chun, C. (2020). Korea. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 51–54.
- Chung, S.I., Kang, M.Y. & Lee, S.C. (2020). The Growth and Enhancement of Functional Ingredients for Health Improvement of Perilla Leaves Using LED Light Source with QD Application. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 2/2020, 163–169.  
<https://doi.org/10.1007/s12892-019-0361-0>
- Clemente, A. & Desai, P.V. (2011). Evaluation of the Hematological, Hypoglycemic, Hypolipidemic and Antioxidant Properties of *Amaranthus tricolor* Leaf Extract in Rat. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 5/2011, 595–602.  
<http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v10i5.8>
- Columbia University (2020). Dickson Despommier.  
<https://www.publichealth.columbia.edu/people/our-faculty/ddd1>

Demarne, F. & Passaro, G. (2009). United States Patent. Use of an *Acmella oleracea* extract for the botulin-like effect thereof in an anti-wrinkle cosmetic composition.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/96/78/36/5844762669a791/US7531193.pdf>

EFSA (2012). Compendium of botanicals reported to contain naturally occurring substances of possible concern for human health when used in food and food supplements.

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2663>

EFSA (2015). Scientific Opinion on Flavouring Group Evaluation 303, Revision 1 (FGE.303Rev1): Spilanthol from chemical group 30.

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.3995>

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2017/2470 unionin uuselintarvikeluettelon laatimisesta uuselintarvikkeista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2015/2283 mukaisesti. [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2470&from=FI)

[content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2470&from=FI](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2470&from=FI)

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2018/1023 unionin uuselintarvikeluettelon laatimisesta annetun täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/2470 oikaisemisesta.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1023&from=EN>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1334/2008 elintarvikkeissa käytettävistä aromeista ja tietyistä ainesosista, joilla on aromaattisia ominaisuuksia, sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 1601/91, asetusten (EY) N:o 2232/96 ja (EY) N:o 110/2008 sekä direktiivin 2000/13/EY muuttamisesta. [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1334-20160302&from=EN)

[content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1334-20160302&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1334-20160302&from=EN)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 178/2002 elintarvikelainsäädäntöä koskevista yleisistä periaatteista ja vaatimuksista, Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen perustamisesta sekä elintarvikkeiden turvallisuuteen liittyvistä menettelyistä. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=FI)

[lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=FI](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=FI)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2015/2283 uuselintarvikkeista, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 1169/2011 muuttamisesta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 258/97 ja komission asetuksen (EY) N:o

1852/2001 kumoamisesta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2283&from=fi>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 258/97 uuselintarvikkeista ja elintarvikkeiden uusista ainesosista. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997R0258&from=FI>

European Commission (2017). Kasvipöytäaineiden ja rohdosvalmisteiden käyttö ravintolisissä. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/index.cfm/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=276&mlang=FI>

European Commission (2020). EU Novel food catalogue. [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/catalogue/search/public/index.cfm](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/catalogue/search/public/index.cfm)

European Commission (n.d.-a) Consultation process on novel food status. [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/consultation-process\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/consultation-process_en)

European Commission (n.d.-b). RASFF - Food and Feed Safety Alerts. [https://ec.europa.eu/food/safety/rasff\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en)

European Food Information Resource Consortium (2007). EuroFIR-NETTOX Plant List. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/eurofirspnettoxspplantsplistspfinal.pdf>

Evergreen Farm Oy (2020). Grow360 System. <https://www.evergreenfarm.eu/technology>

Evira (2016). Suomalaisen luonnonvaraisten kasvien elintarvikekäyttöhistoriatietoja. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/luonnonvaraisten-kasvien-elintarvikekaytto\\_29092016.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/luonnonvaraisten-kasvien-elintarvikekaytto_29092016.pdf)

Evira (2017). Ohjeet hyväksymättömien uuselintarvikkeiden takaisin vetoa varten. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yriytykset/elintarvikeala/takaisinvedot/17020\\_6-fi-uuselintarvike-takaisinvetooohje.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yriytykset/elintarvikeala/takaisinvedot/17020_6-fi-uuselintarvike-takaisinvetooohje.pdf)

Exotic Garden (n.d.-a). *Mesembryanthemum crystallinum*, Jääruoho, Jääpäivikki.

[https://www.exoticgarden.fi/webshop.php?showshopcat=15&menu\\_showcat=2&page=4](https://www.exoticgarden.fi/webshop.php?showshopcat=15&menu_showcat=2&page=4)

Exotic Garden (n.d.-b). *Brassia juncea*, Kähäräsinappi.

<https://www.exoticgarden.fi/search.php?searchword=k%E4h%E4r%E4sinappi&showshopcat=19>

Famifarm Oy (n.d.). Perilla. <https://jarvikyla.fi/perilla/>

Fang, W. (2020). Taiwan. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 39–50.

Fang, X., Yang, C-Q., Wei, Y-K., Ma, Q-X., Yang, L. & Chen, X-Y. (2011). Genomics Grand for Diversified Plant Secondary metabolites.

[https://www.researchgate.net/publication/288635083\\_Genomics\\_grand\\_for\\_diversified\\_plant\\_secondary\\_metabolites](https://www.researchgate.net/publication/288635083_Genomics_grand_for_diversified_plant_secondary_metabolites)

Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (2014). List of Substances of the Competent Federal Government and Federal State Authorities, Category “Plants and plant parts”.

[https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/stoffliste\\_pflanzen\\_pflanzenteile\\_en-4.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/stoffliste_pflanzen_pflanzenteile_en-4.pdf)

Ferrari, R., Bittencourt, P., Rodrigues, M., Moreno-Villena, J., Alves, F., Gastaldi, V., Boxall, S., Dever, L., Demarco, D., Andrade, S., Edwards, E., Hartwell, J. & Freschi, L. (2019). C<sub>4</sub> and crassulacean acid metabolism within a single leaf: Deciphering key components behind a rare photosynthetic adaptation. *New Phytologist*. 4/2020. 1699–1714.

<https://doi.org/10.1111/nph.16265>

Fimea (2020). Lääkeluettelo. <https://www.fimea.fi/valvonta/luokittelu/laakeluettelo>

Fyhrquist, P. (2016). Etnofarmakologia voi auttaa löytämään uusia lääkeaineita luonnosta. *sic! Lääketietoa Fimeasta* 3/2016. [https://sic.fimea.fi/arkisto/2016/3\\_2016/luonto-ja-laake/etnofarmakologia-voi-auttaa-loytamaan-uusia-laakeaineita-luonnosta](https://sic.fimea.fi/arkisto/2016/3_2016/luonto-ja-laake/etnofarmakologia-voi-auttaa-loytamaan-uusia-laakeaineita-luonnosta)



Fødevarestyrelsen (2020). Plantelisten – til erhvervsmæssig brug.

[https://www.foedevarestyrelsen.dk/Foedevarer/planteliste/Sider/Plantelisten\\_til\\_erhvervsmaessig\\_brug.aspx](https://www.foedevarestyrelsen.dk/Foedevarer/planteliste/Sider/Plantelisten_til_erhvervsmaessig_brug.aspx)

Gonnella, M., Charfeddine, M., Conversa, G., & Santamaria, P. (2006). Growing of a wild plant as new crop: purslane cultivation in greenhouse (*Portulaca oleracea* L.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Agris, Italus Hortus* 2/2008, 717–719.

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IT2007602387>

Guil-Guerrero, J., Giménez-Martínez, J. J. & Torija-Isasa, M. E. (2007). Nutritional composition of wild edible crucifer species. *Journal of Food Biochemistry* 3/2007.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1999.tb00020.x>

Han, T., Vaganov, V., Cao, S., Li, Q., Cheng, X., Peng, L., Zhang, C., Yakovlev, A. N., Zhong, Y. & Tu, M. (2017) Improving “color rendering” of LED lighting for the growth of lettuce.

*Scientific Reports* 7/2017. <https://doi.org/10.1038/srep45944>

Hassanzadeh, M. K., Najaran, Z. T., Nasery M. & Emami, S. A. (2016). Chapter 86 - Summer Savory (*Satureja hortensis* L.) Oils. Teoksessa V. R. Preedy (toim.). *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Massachusetts: Academic Press, ss. 757–764.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00086-9>

Hayashi, S., Okuda, T., & Matsuura, T. (1969). Monoterpene constituents of the essential oil of mitsuba (*Cryptotaenia japonica* Hassk.). *Bulletin of the Chemical Society of Japan* 42/1969, 3026–3028. <https://www.journal.csi.jp/doi/pdf/10.1246/bcsj.42.3026>

Holmberg, P, Eklöf, M-L. & Pedersen, A. (2009). *Mauste- ja terveyskasvit luonnossa*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava

Holopainen, J. K., Kivimäenpää, M. & Julkunen-Tiitto, R. (2018). New Light for Phytochemicals. *Trends in Biotechnology* 1/2018, 7–10.

<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.08.009>

Homma, A. K. O., Sanches, R. da S., Mezenes, A. J. E. A. de & Gusmão, S. A. L. de (2011). Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará.

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920560/etnocultivo-do-jambu-para-abastecimento-da-cidade-de-belem-estado-do-para>

HUS (n.d.). Kasviluettelo.

<https://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/myrkytystietokeskus/kasvit/Sivut/default.aspx>

Hyötykasviyhdistys (n.d.-a). Vihannessinappi, komatsuna.

<https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/komatsuna/>

Hyötykasviyhdistys (n.d.-b). Pikkuluppio, pimpinell. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/pikkuluppio/)

[osasto/siemenet/yrtit/pikkuluppio/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/pikkuluppio/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-c). Soodajääpäivikki, jääruoho. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/soodajaapaivikki/)

[osasto/siemenet/vihannekset/soodajaapaivikki/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/soodajaapaivikki/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-d). Sareptansinappi. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/sareptansinappi/)

[osasto/siemenet/vihannekset/sareptansinappi/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/sareptansinappi/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-e) Kähäräsinappi. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/sinappi/)

[osasto/siemenet/vihannekset/sinappi/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/sinappi/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-f). Kesäkynteli. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/kesakynteli-kesakynteli/)

[osasto/siemenet/yrtit/kesakynteli-kesakynteli/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/kesakynteli-kesakynteli/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-g). Liuskaratamo. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/liuskaratamo/)

[osasto/siemenet/vihannekset/liuskaratamo/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/vihannekset/liuskaratamo/)

Hyötykasviyhdistys (n.d.-h). Veripeippi, perilla. [https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/veripeippi-perilla/)

[osasto/siemenet/yrtit/veripeippi-perilla/](https://hyotykasviyhdistys.fi/tuote-osasto/siemenet/yrtit/veripeippi-perilla/)

Ibtissem, B., Abdelly, C. & Sfar, S. (2012) Antioxidant and Antibacterial Properties of *Mesembryanthemum crystallinum* and *Carpobrotus edulis* Extracts. *Advances in Chemical Engineering and Science* 2/2012, 259–365. <http://dx.doi.org/10.4236/aces.2012.23042>

iFarm (2020). iFarm Blog - News, interviews, reports, useful information. osoitteesta

<https://ifarm.fi/blog>

- Igarashi, M. & Miyazaki, Y. (2013). A Review on Bioactivities of Perilla: Progress in Research on the Functions of Perilla as Medicine and Food. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013, Article ID 925342. <https://doi.org/10.1155/2013/925342>
- iNaturalist (n.d.). Peltokanankaali *Barbarea vulgaris*.  
<https://www.inaturalist.org/taxa/56126-Barbarea-vulgaris>
- Janković, T., Zdunić, G., Beara, I., Balog, K., Pljevljakušić, D., Stešević, D., & Šavikin, K. (2012). Comparative study of some polyphenols in *Plantago* species. *Biochemical Systematics and Ecology* 42/2012, 69–74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2012.02.013>
- Jreika (valokuvaaja). (n.d.). Japanese food, Mitsuba green leaf herb on tradition kitchen utensil bamboo basket [kuva]. <https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/japanese-food-mitsuba-green-leaf-herb-106879172>
- Järvinen, M. & Käkelä, P. Kerrosviljelyseminaari verkossa 15.9.2020, Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Kanala, M. & Savage, G.P. (2016). Oxalate content of miner's lettuce irrigated with water or fertilizer solutions. *Food and Nutrition Sciences* 13/2016, 1290–1296.  
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2016.713118>
- Karjalainen, R. (2001). Elisitorit kasvitautien torjunnassa. Teoksessa H. Hyvärinen (toim.) *Kasviperäiset biomolekyylit – fenoliset yhdisteet ja terpeenit*. MTT:n julkaisu, sarja A 100. Verkkojulkaisu. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-630-4>
- Karkanis, A. C., Fernandes, Â., Vaz, J., Petropoulos, S., Georgiou, E., Ciric, A., Sokovic, M., Oludemi, T., Barros, L. & Ferreira, I. C. (2019). Chemical composition and bioactive properties of *Sanguisorba minor* Scop. under Mediterranean growing conditions. *Food & Function* 3/2019, 1340–1351. <https://doi.org/10.1039/C8FO02601G>
- Kennedy, D. O. & Wightman, E. L. (2011). Herbal Extracts and Phytochemicals: Plant Secondary Metabolites and the Enhancement of Human Brain Function. *Advances in Nutrition* 1/2011, 32–50. <https://doi.org/10.3945/an.110.000117>

- Keskitalo, M. (2001). Fenolisten yhdisteisen biokemia ja esiintyminen. Teoksessa H. Hyvärinen (toim.) *Kasviperäiset biomolekyylit – fenoliset yhdisteet ja terpeenit*. MTT:n julkaisuja, sarja A 100. Verkkojulkaisu. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-630-4>
- Keskitalo, M., Linnala, M., Holopainen, J. & Hyvärinen, H. (2001). Yleistä terpeeneistä. Teoksessa H. Hyvärinen (toim.) *Kasviperäiset biomolekyylit – fenoliset yhdisteet ja terpeenit*. MTT:n julkaisuja, sarja A 100. Verkkojulkaisu. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-630-4>
- Khan, K., Islam, M. W., Kamil, M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M. N. M., Habibullah, M. & Attas, A. (2000). The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology* 73/2000, 445–451. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00318-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00318-4)
- Kivimäenpää, M., Holopainen, J., Riikonen, J., Höytö, A., Majlesi, S. & Juutilainen, J. (2014). LED-valojen käyttö kasvitutkimuksessa. [http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/metsataimitarhapaivat/Kivimaenpaa-Taimitarhapaivat\\_LED.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/metsataimitarhapaivat/Kivimaenpaa-Taimitarhapaivat_LED.pdf)
- Kleinwächter, M. & Selmar, D. (2014). New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: potential applications. *Agronomy for Sustainable Development* 35/2015, 121–131. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0260-3>
- Koppert Cress (2020a). Sechuan Buttons. <https://www.koppertcress.com/en/producten/sechuan-buttons-r>
- Kozai, T. & Niu, G. (2020a). Introduction. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 3–4.
- Kozai, T. & Niu, G. (2020b). Role of the plant factory with artificial lighting (PFAL) in urban areas. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 19–20.

- Kozai, T. (2020). Japan. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 36–38.
- Kring, L. (2018). Summer savory, the peppery piquant love herb.  
<https://gardenerSPATH.com/plants/herbs/summer-savory-tasty-herb-kitchen-garden/>
- Kubota, C. (2020). North America. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 69–73.
- Kumar, V., Thakur, A. K., Barothia, N. D., & Chatterjee, S. S. (2011). Therapeutic potentials of *Brassica juncea*: an overview. *Korea Institute of Science and Technology Information* 5/1/2011. <https://doi.org/10.5667/TANG.2011.0005>
- Kurek, J. (2019). Introductory Chapter: Alkaloids - Their Importance in Nature and for Human Life. E-kirjassa *Alkaloids - Their Importance in Nature and Human Life 2019*, 1–7.  
<https://www.intechopen.com/books/alkaloids-their-importance-in-nature-and-human-life>
- Lampinen, R. & Lahti, T. (2019). Kasviatlas 2018. Levinneisyyskartta. Helsingin Yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Helsinki. <http://koivu.luomus.fi/kasviatlas>
- Lampinen, R. & Lahti, T. (2019). Kasviatlas 2018. Rikkaortulakka (*Portulaca oleracea*). Helsingin Yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Levinneisyyskartat.  
<http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/maps.php?taxon=40508&size=0&year=2018>
- Lee, A.S., Kim, J.S., Lee, Y.J., Kang, D.G., Lee, H.S. (2012). Anti-TNF- $\alpha$  Activity of *Portulaca oleracea* in Vascular Endothelial Cells. *International Journal of Molecular Sciences* 5/2012, 5628–5644. <https://doi.org/10.3390/ijms13055628>
- Lemos, T. L. G., Pessoa, O. D. L., Matos, F. J. A., Alencar, J. W., & Craveiro, A. A. (1991). The Essential Oil of *Spilanthes acmella* Murr. *Journal of Essential Oil Research* 5/1991, 369–370. <https://doi.org/10.1080/10412905.1993.9698310>

- Litvin, A. G., Currey, C. J., & Wilson, L. A. (2020). Effects of Supplemental Light Source on Basil, Dill, and Parsley Growth, Morphology, Aroma, and Flavor. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 1/2020, 18–29.  
<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/145/1/article-p18.xml>
- Lu, J., Fu, X., Liu, T., Zheng, Y., Chen, J. & Luo, F. (2018). Phenolic composition, antioxidant, antibacterial and anti-inflammatory activities of leaf and stem extracts from *Cryptotaenia japonica* Hassk. *Industrial Crops and Products* 122/2018, 522–532.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.026>
- Lu, N., Bernardo, E.L., Tippayadarapanich, C., Takagaki, M., Kagawa, N. & Yamori, W. (2017). Growth and Accumulation of Secondary Metabolites in Perilla as Affected by Photosynthetic Photon Flux Density and Electrical Conductivity of the Nutrient Solution. *Frontiers in Plant Science* 8/2017, article number 708.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00708>
- Lu, N., Takagaki, M., Yamori, W., Kagawa, N. (2018). Flavonoid Productivity Optimized for Green and Red Forms of *Perilla frutescens* via Environmental Control Technologies in Plant Factory. *Journal of Food Quality* 2018, Article ID 4270279, 1–9.  
<https://doi.org/10.1155/2018/4270279>
- Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskuksen päätös lääkeluettelosta 415/2019.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190415>
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus elintarvikkeiden alkutuotannon elintarvikehygieniasta 1368/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111368>
- Maria-Ferreira, D., Nascimento, A.M., Cipriani, T.R., Santana-Filho, A. P., da Silva, P. W., Santána, D. M. G., Luciano, F. B., Bocate, K. C. P., van den Wijngaard, R. M., Werner, M. F. & Baggio, C. H. (2018). Rhamnogalacturonan, a chemically defined polysaccharide, improves intestinal barrier function in DSS-induced colitis in mice and human Caco-2 cells. *Scientific Reports* 8/2018, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30526-2>
- Marunaka, Y., Marunaka, R., Sun, H., Yamamoto, T., Kanamura, N., Inui, T., & Taruno, A. (2017). Actions of quercetin, a polyphenol, on blood pressure. *Molecules*, 2/2017, 209, 1–12. <https://doi.org/10.3390/molecules22020209>

Mason, S. (2003). Purslane - Weed It Or Eat It? University of Illinois.

<https://extension.illinois.edu/blogs/extensions-greatest-hits/2003-07-26-purslane-weed-it-or-eat-it>

Ministerio della Salute (2012). Disciplina dell'impiego negli integratori alimentari di sostanze e preparati vegetali.

[http://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pagineAree\\_1268\\_listaFile\\_itemName\\_2\\_file.pdf](http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1268_listaFile_itemName_2_file.pdf)

Miyagi, A., Uchimiya, H. & Kawai-Yamada, M. (2017). Synergistic effects of light quality, carbon dioxide and nutrients on metabolite compositions of head lettuce under artificial growth conditions mimicking a plant factory. *Food chemistry* 218/2017, 561–568.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.102>

Mizrahi, A. (2020). Uuselintarvikestatus. Ruokaviraston sähköpostiviesti tekijälle 5.10.2020.

Mohammed, M. T., Kadhim, S. M., & AL-Qaisi, Z. H. J. (2020). Positive influence of *Portulaca oleracea* L. in rats with type 2 diabetes mellitus. *Plant Archives* 2/2020, 893–897.

[http://www.plantarchives.org/SPL%20ISSUE%2020-2/134\\_893-897.pdf](http://www.plantarchives.org/SPL%20ISSUE%2020-2/134_893-897.pdf)

Moldovan, M., Lahmar, A., Bogdan, C., Părăuan, S., Tomuță, I., & Crișan, M. (2017).

Formulation and evaluation of a water-in-oil cream containing herbal active ingredients and ferulic acid. *Clujul Medical*, 2/2017, 212–219.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5433575/>

Mrduljas, N., Kresic, G. & Bilušić, T. (2017). Polyphenols: Food Sources and Health Benefits.

E-kirjassa *Functional Food - Improve Health through Adequate Food 2017*.

<http://dx.doi.org/10.5772/66263>

Nascimento, A. M., de Souza, L. M., Baggio, C. H., Werner, M. F. D. P., Maria-Ferreira, D., da Silva, L. M., Sasaki, G. L., Gorin, A. J., Iacomini, M. & Cipriani, T. R. (2013).

Gastroprotective effect and structure of a rhamnogalacturonan from *Acmella oleracea*.

*Phytochemistry* 85/2013, 137–142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.08.024>

Nascimento, L. E., Arriola, N. D., da Silva, L. A., Faqueti, L. G. ym. (2020). Phytochemical profile of different anatomical parts of jambu (*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen): A comparison between hydroponic and conventional cultivation using PCA and cluster

analysis. *Food Chemistry* 332/2020, 1-12.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127393>

Navarro-González, I., González-Barrio, R., García-Valverde, V., Bautista-Ortín, A. B., & Periago, M. J. (2015). Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MSn. *International Journal of Molecular Sciences* 1/2015, 805–822. <https://doi.org/10.3390/ijms16010805>

Nemzer, B., Al-Taher, F. & Abshiru, N. (2020). Phytochemical composition and nutritional value of different plant parts in two cultivated and wild purslane (*Portulaca oleracea* L.) genotypes. *Food Chemistry* 320/2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126621>

Netled (2020). Vera® - Vertical Farming. <https://netled.fi/vertical-farming-vera/>

Nguyen, D. T. P., Lu, N., Kagawa, N. & Takagaki, M. (2019). Optimization of Photosynthetic Photon Flux Density and Root-Zone Temperature for Enhancing Secondary Metabolite Accumulation and Production of Coriander in Plant Factory. *Agronomy (Basel)* 9/2019, p. 224, 1–14. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050224>

Nguyen, D. T. P., Lu, N., Kagawa, N., Kitayama, M., Takagaki, M. (2020). Short-Term Root-Zone Temperature Treatment Enhanced the Accumulation of Secondary Metabolites of Hydroponic Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Grown in a Plant Factory. *Agronomy* 3/2020, p. 413, 1–15. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030413>

Ninoninos (valokuvaaja). (n.d.). Red leaf vegetable Amaranth on white background [kuva]. <https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/red-leaf-vegetable-amaranth-on-white-527549329>

Novarbo Oy (2020). Novarbo kasvihuoneteknologia.

<https://www.novarbo.fi/fi/kasvihuoneteknologia.html>

Olëra (2020). Paracress (*Acmella oleracea*). <https://www.olera.de/paracress.html>

Pavan, S. (valokuvaaja). (n.d.). *Barbarea vulgaris* inflorescence plant [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/barbarea-vulgaris-inflorescence-plant-1047541207>



Pereira, C. G., Custódio, L., Rodrigues, M. J., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Carlier, J., Costa, M. C., Varela, J. & Barreira, L. (2017). Profiling of antioxidant potential and phytoconstituents of *Plantago coronopus*. *Brazilian Journal of Biology* 3/2016, 632–641. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.02416>

Peter Turner Photography (valokuvaaja). (n.d.-a). Komatsuna or Japanese Mustard Spinach Leaf Vegetable (*Brassica rapa* var. *perviridis*) [kuva]. <https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/komatsuna-japanese-mustard-spinach-leaf-vegetable-1328073560>

Peter Turner Photography (valokuvaaja). (n.d.-b). Oriental salad Leaf of Mustard 'Osaka Purple' (*Brassica juncea*) Growing in a Greenhouse [kuva]. <https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/oriental-salad-leaf-mustard-osaka-purple-1049613902>

Piippo, S. (2016). *Villivihannekset*. Minerva Kustannus Oy

Pinoa Foods Oy (2019). Vertikaaliviljely. <https://www.pinoafoods.fi/vertikaaliviljely/>

Plants For A Future (n.d.-a). *Claytonia perfoliata* – Donn. ex Willd. <https://pfaf.org/User/Plant.aspx?LatinName=Claytonia+perfoliata>

Plants For A Future (n.d.-b) *Perilla frutescens* - (L.) Britton. <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Perilla+frutescens>

Polte (2019). Vertikaaliviljely - Parempi ja maukkaampi sato energiaa ja vettä säästän. <http://poltelehti.fi/2019/01/vertikaaliviljely-parempi-ja-maukkaampi-sato-energiaa-ja-vetta-saastaen/>

Prachayasittikul, S., Suphamong, S., Worachartcheewan, A., Lawung, R., Ruchirawat, S., & Prachayasittikul, V. (2009). Bioactive metabolites from *Spilanthes acmella* Murr. *Molecules* 2/2009, 850–867. <https://doi.org/10.3390/molecules14020850>

Publications Office of the European Union (2020). Konsolidoitu teksti: Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2017/2470, annettu 20 päivänä joulukuuta 2017, sellaisena kuin se on muutettuna seuraavilla. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02017R2470-20200727&from=EN>

Queensland Government (2007). Komatsuna Commercial production.

<https://web.archive.org/web/20090823032916/http://www2.dpi.qld.gov.au/horticulture/5308.html>

Ranjan, A., Ramachandran, S., Gupta, N., Kaushik, I., Wright, S., Srivastava, S., Das, H., Srivastava, S., Prasad, S., Srivastava, S.K. (2019). Role of Phytochemicals in Cancer Prevention. *International Journal of Molecular Sciences* 20/2019, Article number 4981.

<https://doi.org/10.3390/ijms20204981>

Ratnasooriya, W. D., Pieris, K. P. P., Samaratunga, U., & Jayakody, J. R. A. C. (2004). Diuretic activity of *Spilanthes acmella* flowers in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 2–3/2004, 317–320. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.01.006>

Research and Markets (2019). Vertical Farming Market in US - Industry Outlook and Forecast 2019–2024.

[https://www.researchandmarkets.com/research/whpd4d/united\\_states\\_3?w=5](https://www.researchandmarkets.com/research/whpd4d/united_states_3?w=5)

Reshmi, G. R., & Rajalakshmi, R. (2012). Drought and UV stress response in *Spilanthes acmella* Murr., (tooth-ache plant). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 4/2012.

<https://cyberleninka.ru/article/n/drought-and-uv-stress-response-in-spilanthes-acmella-murr-tooth-ache-plant/viewer>

Rieger, Y. (valokuvaaja). (n.d.). Stunning Ice Plant in the garden of Arche Noah [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/stunning-ice-plant-garden-arche-noah-1643245867>

Ruokavirasto (2019a). Komission uuselintarvikeluettelo.

<https://www.ruokavirasto.fi/yrietykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/uuselintarvikestatuksen-selvittaminen/komission-uuselintarvikeluettelo/>

Ruokavirasto (2019b). Uuselintarvikestatuksen selvittäminen.

<https://www.ruokavirasto.fi/yrietykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/uuselintarvikestatuksen-selvittaminen/>

Ruokavirasto (2019c). Uuselintarvikkeet.

<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/>

Ruokavirasto (2019d). Uuselintarvikehakemukset ja ilmoitukset.

<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/uuselintarvikeluvan-hakeminen/>

Ruokavirasto (2020a). Elintarvikkeiden alkutuotanto.

<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/>

Salladsfabriken (2020). Yrityksen julkaisemia tietoja ja päivityksiä alkaen 30.9.2019.

<http://facebook.com>

Saraf, D. K., & Dixit, V. K. (2002). *Spilanthes acmella* Murr.: study on its extract spilanthol as larvicidal compound. *Asian J Exp Sci* 1&2/2002, 9–19.

<https://pdfs.semanticscholar.org/bdd5/88db135aff2362cff1069a72be5dae3146da.pdf>

Seedaholic (n.d). *Spilanthes acmella*. <https://www.seedaholic.com/spilanthes-acmella-toothache-plant.html>

Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., & Roth, B. (2015). LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49/2015, 139–147.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.117>

Suihkonen, T. (2012). *Säilytyksen vaikutus sumutus- ja pakkaskuivatun puolukkamehun fysikaaliseen tilaan ja bioaktiivisten yhdisteiden määrään*. [Maisterintutkielma, Helsingin yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201507211997>

Suomen Kilpirauhasliitto ry (2014). Kysy lääkäriltä.

[https://www.kilpirauhasliitto.fi/julkaisut/kilpi\\_2014\\_1.pdf](https://www.kilpirauhasliitto.fi/julkaisut/kilpi_2014_1.pdf)

Sut, S., Ferrarese, I., Shrestha, S. S., Kumar, G., Slaviero, A., Sello, S., Altissimo, A., Pagni, L., Gattesco, F. & Dall'acqua, S. (2020). Comparison of Biostimulant Treatments in *Acmella oleracea* Cultivation for Alkylamides Production. *Plants (Basel)* 7/2020, 818.

<https://doi.org/10.3390/plants9070818>

- Suwanjang, W., Khongniam, B., Srisung, S., Prachayasittikul, S., & Prachayasittikul, V. (2017). Neuroprotective effect of *Spilanthes acmella* Murr. on pesticide-induced neuronal cells death. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 1/2017, 35–41.  
<https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.012>
- TEM (2018). Älyteknologia tehostaa kerrosviljelyä Robben pikku puutarhan kasvihuoneissa.  
<https://www.biotalous.fi/alyteknologia-tehostaa-kerrosviljelya-robbe-pikku-puutarhan-kasvihuoneissa/>
- The Balkan Ecology Project (n.d.). Salad burnet – *Sanguisorba minor*.  
<https://www.balkep.org/sanguisorba-minor.html>
- THL (2020). Fineli elintarvikkeiden koostumustietopankki, Banaanin kalium.  
<https://fineli.fi/fineli.fi/elintarvikkeet?q=banaani&foodType=ANY>
- Thomas Jefferson Foundation (n.d.). Joseph's Coat - *Amaranthus tricolor*.  
<https://www.monticello.org/house-gardens/in-bloom-at-monticello/joseph-s-coat/>
- Tong, Y. & Yang, Q. (2020). China. Teoksessa T. Kozai, G. Niu & M. Takagaki (toim.) *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production (Second edition)*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 69–73.
- U.S. Department of Agriculture (2018) Mustard spinach, (tendergreen), raw.  
<https://ndb.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168438/nutrients>
- U.S. Department of Agriculture (2019). Purslane, raw. FoodData Central, Search Results.  
<https://ndb.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169274/nutrients>
- Uddin, K., Juraimi, A. S., Hossain, S., Nahar, M. A. U., Ali, E., Rahman, M. M. (2014). "Purslane Weed (*Portulaca oleracea*): A Prospective Plant Source of Nutrition, Omega-3 Fatty Acid, and Antioxidant Attributes", *The Scientific World Journal* 2014, Article ID 951019.  
<https://doi.org/10.1155/2014/951019>
- Useful Temperate Plants Database (2019a). *Barbarea vulgaris*.  
<http://temperate.theferns.info/plant/Barbarea+vulgaris>

Useful Temperate Plants Database (2019b). *Perilla frutescens* (L.) Britton.

<http://temperate.theferns.info/viewtropical.php?id=Perilla+frutescens>

Useful Temperate Plants Database (2019c). *Portulaca oleracea*.

<http://temperate.theferns.info/viewtropical.php?id=Portulaca+oleracea>

Useful Tropical Plants Database (2019a). *Mesembryanthemum crystallinum*.

<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Mesembryanthemum+crystallinum>

Useful Tropical Plants Database (2019b). *Brassica juncea*.

<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Brassica+juncea>

Useful Tropical Plants Database (2019c). *Amaranthus tricolor*.

<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Amaranthus+tricolor>

Valoya Oy (n.d). Valoya Research - High Quality Light Produces High Quality Plants

<https://www.valoya.com/valoya-research/>

Verma, R. S., Verma, S. K., Padalia, R., C. & Chauhan, A. (2015). Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oils of *Laggera crispata* (Vahl) Hepper & Wood, *Cyclospermum leptophyllum* (Pers.) Eichler and *Perilla frutescens* (L.) Britton. *Analytical Chemistry Letters* 5/2015, 162–171. <https://doi.org/10.1080/22297928.2015.1090330>

Viano, J., Masotti, V. & Gaydou, E. (1999). Nutritional Value of Mediterranean Sheep's Burnet (*Sanguisorba minor* Ssp. *muricata*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 11/1999, 4645–4648. <https://doi.org/10.1021/jf981265o>

Viljakainen, S. (2016). Luonnonvaraiset kasvit ja elintarviketurvallisuus. Eviran julkaisu.

[https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytkset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/artikkeli\\_luonnonvaraiset\\_kasvit\\_ja\\_elintarviketurvallisuus.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yriytkset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/artikkeli_luonnonvaraiset_kasvit_ja_elintarviketurvallisuus.pdf)

Vlachojannis, C., Chrubasik-Hausmann, S., Hellwig, E., Vach, K., & Al-Ahmad, A. (2018).

Activity of preparations from *Spilanthes oleracea*, propolis, *Nigella sativa*, and black garlic on different microorganisms involved in oral diseases and on total human salivary bacteria: a pilot study. *Phytotherapy Research* 10/2018, 1992–2001.

<https://doi.org/10.1002/ptr.6129>

Waller, G. R. & Nowacki, E. K. (1978). The Role of Alkaloids in Plants. E-kirjassa *Alkaloid biology and Metabolism in Plants*, 143–181.

[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-0772-3\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-0772-3_5)

Weha (valokuvaaja). (n.d.). *Alliaria petiolata* or garlic mustard [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/alliaria-petiolata-garlic-mustard-biennial-flowering-1718796484>

Wink, M. (2010). Introduction: Biochemistry, physiology and ecological function of secondary metabolites. *Annual Plant Reviews* 2009, 1–19.

<https://doi.org/10.1002/9781444320503.ch1>

Winter, M. (valokuvaaja). (n.d.). Salad burnet (*Sanguisorba minor*) with a blank plant marker in the garden [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/salad-burnet-sanguisorba-minor-blank-plant-1085138411>

Wu, L. C., Fan, N. C., Lin, M. H., Chu, I. R., Huang, S. J., Hu, C. Y., & Han, S. Y. (2008). Anti-inflammatory effect of spilanthol from *Spilanthes acmella* on murine macrophage by down-regulating LPS-induced inflammatory mediators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 7/2008, 2341–2349. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf073057e>

Wylezich, B. (valokuvaaja). (n.d.). Winter purslane isolated on white background [kuva].

<https://www.shutterstock.com/fi/image-photo/winter-purslane-isolated-on-white-background-371225305>

Yamaguchi, M. (2012). *World Vegetables: Principles, Production and Nutritive Values*. Connecticut: The AVI Publishing company, INC.

Yildirim, A. B. (2020). Ultraviolet-B-induced changes on phenolic compounds, antioxidant capacity and HPLC profile of in vitro-grown plant materials in *Echium orientale* L.

*Industrial Crops and Products* 153/2020, 1–7.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112584>

Yrttitarha (n.d.-a) Kynteli. <http://www.yrttitarha.fi/kanta/kynteli/index.html>

Yrttitarha (n.d.-b). Peltokanankaali. <http://www.yrttitarha.fi/kanta/peltokanankaali/>

Y-studio (2019). Voiton tavoittelu tulee vasta toisena – tärkeintä pysyä teknologian kärjessä.

<https://y-studio.fi/yrityksen-kasvu/riskienhallinta/voiton-tavoittelu-tulee-vasta-toisena/>

Zheng, Y., Zhang, Y., Liu, H., Li, Y., Liu, Y., Hao, Y., Lei, B. (2018). Supplemental blue light increases growth and quality of greenhouse pak choi depending on cultivar and supplemental light intensity. *Journal of Integrative Agriculture* 10/2018, 2095–3119.

[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62064-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62064-7)

## Liite 1: Tarkasteltujen hyötykasvien ominaisuuksia taulukoituna

Suomenkielinen nimi /nimet Tieteellinen nimi	Terveysväittämät	Bioaktiiviset yhdisteet	Haitta- vaikutukset tai - aineet	Käyttö (ravintolisä- ja rohdoskäyttö perustuu EU-komission BELFRIT-listaukseen, 2017)	Maku tai kasvi, johon makua verrataan	Lähde terveysväittämille ja bioaktiivisille yhdisteille
<b>Vihannessinappi, komatsuna</b> <i>Brassica rapa var. Pervivaris</i>	Parantaa kolesteroliaineenvaihduntaa	S-metyylilykysteiniisulfoksidi, kalsium, vitamiinit A, C	Ei tunnettuja	Salaatin tavoin	Kaali, pinaatti, sinappi	Also ym., 2014; US Department of Agriculture, 2018
<b>Pikkuluppio</b> <i>Sanguisorba minor</i>	Antiallergeeninen, tulehdusta ehkäisevä, antiviraalinen, antibakteerinen, hermoston suojaava	Flavonoidit, terpeenit	Ei tunnettuja	Nuoret versot salaattiseoksissa ja yrttinä, ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Kurkku	Karkanis ym., 2019; Viano ym., 1999;
<b>Jääruoho, jääpäivikki</b> <i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	Rauhoittaa virtsateiden ja hengitysteiden limakalvoja, poistaa nesteitä	Fenoliset yhdisteet, etenkin flavonoidit	Ei tunnettuja	Salaattina tai pinaatin tavoin, ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Hapan, lievästi suolainen, sitruunainen	Ibtisseim ym., 2012
<b>Kähäräsiniappi, sareptansinappi</b> <i>Brassica juncea</i>	Hiivälääkkeen kaltaisia, antioksidanttisia ja valtimon kovettumista ehkäiseviä vaikutuksia	Fenolisia happoja: sinappihappo, sinapiini, glykosidi	Siemenissä erukahappoa	Nuoret versot salaatin tavoin jakypäinä pinaatin tavoin. Juuret keitettynä	Sinappinen, pippurinen, rohdoskäyttö	Kumar ym., 2011
<b>Kirjorevohäntä, kiinanpinaatti</b> <i>Amaranthus tricolor</i>	Antioksidanttinen, anti-diabeettinen, veren rasva-arvoja laskeva	Vitamiinit K, A, C, B2, B3, B6, B9, rauta, kalsium, sinkki, kalium	Nitraatti, oksalaatti	Lehdet leitettyinä tai salaattina. Varret parsan tapaan. Vihreä ja keltainen väripigmenti luonnollisina väriaineina.	Mieto, saksanpähkinä	Clemente & Desai, 2011; AVRDC The World Vegetable Center, 2011
<b>Japaninyrttiputki, mitsuba</b> <i>Cryptotaenia japonica</i>	Antioksidanttinen, antibakteerinen, tulehdusta hillitsevä	Mono- ja seksiterpeenit, luteoliini, apigeniini, kumariinihappo	Ei tunnettuja	Persiljan ja lehtisellerin tavoin	Sileälehtinen persilja, lehtiselleri	Hayashi ym., 1969; Lu ym., 2018
<b>Litlauhka</b> <i>Alliaria petiolata</i>	Ehkäisee syöpää, auttaa panonhallinnassa, edistää sydämen terveyttä ja hyviä kolesteroliarvoja	C-vitamiini, karotenoidit, flavoni-6-glykosidi, apigeniini, hydroksikaneliyhäpöhdokset, glukotropaealiini, sinigrini	Lialla glukosinolaatilla goitrogeenisia vaikutuksia. Siemenissä erukahappoa	Tuoreena lehtivihanneksen tapaan. Maku häviää kypsennettäessä ja kuivattaessa. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Pippurinen, valkosipuli, kitkerä	Ranjan ym., 2019; Guil-Guerrero ym., 2007; Piippo, 2016
<b>Kesäkynteli</b> <i>Satureja hortensis</i>	Edistää suolen toimintaa, estää ilmavaivoja, antioksidatiivinen, antibakteerinen	Karvakroli, p -symeeni, α-tujoni, α-pineeni, β-myrsiini, β-terpineeni, tymoli, linaloli ja β-karyofylleeni	Ei tunnettuja	Yrttien tapaan suolan ja pippurin korvaajana. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Pippurinen, salvia, timjami	Hassanzadeh ym., 2016
<b>Salaattikleitonina, talviportulakka</b> <i>Claytonia perfoliata</i>	Laksatiivinen	Kalsium, C-vitamiini, proteiini	Oksalaatti	Salaatin tavoin tai kypsennettynä	Miedosti kirpeä ja hapan	Kanala & Savage, 2016
<b>Liuskaratamo</b> <i>Plantago coronopus</i>	Kipulääke, tulehdusta ja syöpää ehkäisevä, ehkäisee oksidatiiviseen stressiin liittyviä sairauksia	Flavonoidit, kondensoituneet tanniinit, hydroksikaneliyhäpöhdokset, mineraalit, välttämättömät aminohapot	Ei tunnettuja	Salaatin tapaan tai kypsennettynä. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Hienostunut, mausteinen, lievästi hapan ja suolainen	Pereira ym., 2017; CAB International, 2020
<b>Peltokanankaali</b> <i>Barbarea vulgaris</i>	Ruokahalua ja virtsan eritystä lisäävä vaikutus, haavanhoito	Vitamiini C, A, karotenoidit	Munuaisten toimintahäiriö	Nuoret versot salaatin tapaan, vanhat lehdet kypsennettynä. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Vesikrassi, vihanneskrassi, sitruunainen	Temperate Plants Database, 2019a; Piippo, 2019; Yrtitarha, n.d.b
<b>Veripeippi, perilla</b> <i>Perilla frutescens</i>	Vähentää sydän- ja verisuonitautien riskiä, bakteereja ja viruksia torjuvia vaikutuksia	Eteeriset öljyt, perillaldehydi, perillalkoholi, limoneeni, α-pineeni, trans-shisooli, rosmariinihappo, arginiini, alfa-linoleeniyhäpö	Ei tunnettuja, raskauden aikaisesta käytöstä ei ole tietoa	Nuoret versot salaatin tavoin, vanhat lehdet kypsennettynä tai mausteena. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Aromaattinen, korianteri, sitruuna, curry	Igarashi & Miyazaki, 2013; Verma ym., 2015
<b>Vihannesportulakka</b> <i>Portulaca oleracea</i>	Kansanlääkinnällinen: laksatiivi, sydämen toiminnan tehostaja, lihasrelaksantti, diureetti, <i>In vivo</i> : ehkäisee tulehduksellisia verisuonisairauksia ja valtimonkovettumatautia, lievittää kipua, diabeetikolla laskee verensokeria ja veren rasva-arvoja	Kalium, magnesium, vitamiinit A ja E, Omega-3 (ALA), fenolisia happoja, klorogeenihappo, flavonoideja, alkaloidieja, välttämättömiä aminohappoja, betaiinia	Runsaasti oksalaattia	Pataruokien ja keittojen lisänä sekä raakana salaateissa. Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu	Mehevä, lievästi hapan, pinaatti, vesikrassi	Nemzer ym., 2020, Mohammed ym., 2020, Khan ym., 2000, Uddin ym., 2014, Lee ym., 2012
<b>Parakrassi</b> <i>Acmella oleracea</i>	Kansanlääkinnällinen: suu-, kurkku- ja hammassairauksien hoito, reuman, anemian ja flunssan hoito. <i>In vivo</i> : suojelee suun mikrobiomia, hermosoluja suojaava, diureetti, tulehdusta ehkäisevä, haavaisten paksusuolen hoito, hyönteismyrkky, parakrassista eristetyt yhdisteet toimivat tunnetusti vasorelaksanteina ja kuumetta alentavina	Spilantoli, kversetini, ferulahappo, vanilliinihappo, trans-ferolihappo, kumariini, triterpeenit, seksiterpeenit, limoneeni	Ei tunnettuja	Kasviuutteet kosmetiikkana, Ravintolisä -ja rohdoskäyttö sallittu kypsennettynä pataruissa, nuoret versot salaattina tai annoskoristeena, spilantoli-yhdiste ravintolisänä ja mausteena	Puuduttava, kihelmöivä, poreileva	Moldovan ym., 2017; Nascimento ym., 2013; Vlachojannis ym., 2018; Prachayasittikul, 2009; Suwanjang, 2017; Navarro-Gonzales ym., 2015; Ratnasooriya, 2004; Maria-Ferreira, 2018