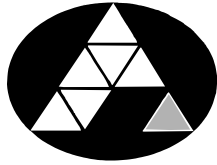


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Satu Myyrä-Mustonen

Salaatin idättäminen ja taimikasvatus

Opinnäytetyö  
27.10.2011



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Lokakuu 2011**  
**Maaseutuelinkeinojen**  
**koulutusohjelma**

Sirkkalantie 12 A 2  
80100 JOENSUU  
p. (013) 260 6906

Tekijä  
Satu Myyrä-Mustonen

Nimike  
Salaatin idättäminen ja taimikasvatus

Toimeksiantaja  
Viherkaste Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin salaatin idättämiseen ja taimikasvatukseen liittyviä käytäntöjä ja ongelmia. Lähtökohtana olivat pohjoiskarjalaisella puutarhalla havaitut jääsalaatin viljelyyn liittyvät ongelmat.

Jääsalaatin itämistä ja kasvua seurattiin kasvatuskokeen avulla. Koetaimet idätettiin 3 erilaisessa ympäristössä: idätyskammiossa, idätyskammiossa muovin alla sekä kasvihuoneessa. Tutkimuksessa muuttujina toimivat valo, lämpö ja kosteus, kylvötavan, kylvöalustan ja siemenen pysyessä vakioina. Kokeessa verrattiin kasvatuskokeen ohessa puutarhalla koeviljelyssä olleen uuden koejääsalaattilajikkeen itämis- ja kasvu-nopeutta frillice-lajikkeeseen.

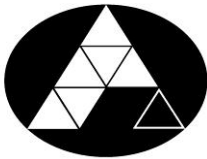
Kasvatuskokeissa suurimmaksi ongelmaksi havaittiin epätasainen kastelu, joka aiheutui kastelusuuttimien tukkeutumisesta ja toisaalta liian tiheästä kastelusta.

Toimenpiteiksi suositeltiin kastelujärjestelmän säännöllistä puhdistamista ja huoltoa sekä kastelutiheyden harventamista.

Kieli  
suomi

Sivuja 53  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 1

Asiasanat  
salaattikasvit, kasvihuoneviljely, idätys, taimikasvatus

 <p data-bbox="285 461 703 517">NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p data-bbox="852 286 1246 573"><b>THESIS</b> <b>October 2011</b> <b>Degree Programme in Rural Studies Industries</b> Sirkkalantie 12 A FIN 80100 JOENSUU FINLAND Tel. 358 13 260 6906</p>
<p data-bbox="234 584 528 651">Author Satu Myyrä-Mustonen</p>	
<p data-bbox="234 716 740 784">Title Salad Sprouting and Seedling Growing</p> <p data-bbox="234 824 469 891">Commissioned by Viherkaste Oy</p>	
<p data-bbox="234 904 347 931">Abstract</p> <p data-bbox="234 1010 1356 1115">Purpose of the thesis was to find out the practices and problems in sprouting and seedling growing. The starting point was the problems in lettuce growing which were found on one of the North Karelian greenhouses.</p> <p data-bbox="234 1160 1356 1406">The sprouting and growth of lettuce was followed by using quantitative research. The seedlings used in the test were sprouted in three (3) different environments: in the germination chamber, in the germination chamber under plastic film and in the greenhouse. The variables used in the research were light, heat and humidity. Method of sowing, seedbed and the seeds remained constant. In the test the sprouting and growing speed was also compared between the experimental variety and a common lettuce variety “Frillice”.</p> <p data-bbox="234 1451 1356 1518">The biggest problems were found in uneven watering. Firstly, it caused clogging of the hydrants and secondly, the watering was too dense.</p> <p data-bbox="234 1563 1356 1630">Measures proposed were to clean and service the watering system on a regular basis and to reduce the frequency in watering (intervals).</p>	
<p data-bbox="234 1753 363 1821">Language Finnish</p>	<p data-bbox="946 1753 1238 1859">Pages 53 Appendices 1 Pages of Appendices 1</p>
<p data-bbox="234 1868 368 1895">Keywords</p> <p data-bbox="234 1939 1171 1966">salad vegetables, greenhouse cultivation, germination, seedling growing</p>	

## **Nimiö**

## **Tiivistelmä**

## **Abstract**

## **Sisältö**

1 Johdanto .....	6
2 Kasvihuoneviljely Suomessa .....	7
2.1 Kasvihuonetuotannon jakautuminen .....	7
2.2 Kasvihuonetuotannon vaatimuksia .....	8
2.2.1 Valo .....	8
2.2.2 Lämpötila .....	9
3 Kasvutekijät ja niiden säätely .....	10
3.1 Valo .....	10
3.2 Lämpö .....	12
3.3 Vesi .....	13
3.3.1 Kasteluveden laatu .....	16
3.3.2 Kastelutekniikan vaatimuksia .....	17
3.4 Hiilidioksidi .....	18
3.5 Ravinteet .....	20
3.6 Kasvualustat .....	22
3.6.1 Johtokyky .....	23
3.6.2 Turve kasvualustana .....	24
3.6.3 Hydroviljely .....	25
3.6.4 Muita kasvualustoja .....	25
3.6.5 Kasvualustan kosteus .....	25
4 Taimikasvatus .....	29
4.1 Itäminen .....	30
4.2 Heikon itämisen ja epätasaisen taimettumisen syitä .....	30
5 Kasvitaudit ja kasvinsuojelu .....	32
5.1 Yleisimmät kasvitaudit salaatilla .....	32
5.1.1 Harmaahome .....	32
5.1.2 Pahkahome .....	32
5.1.3 Seitti- ja bakteerimätä .....	33
5.1.4 Pythium-sienet .....	34
5.2 Kasvinsuojelu .....	34
6 Toimeksiantaja .....	36

6.1 Jääsalaatin kasvatus.....	37
6.2 Kasvihuoneen säätöjärjestelmä ja olosuhteet.....	37
6.3 Näytteet .....	38
7 Koejärjestelyt .....	39
7.1 Kasvatuskoe 1 .....	40
7.2 Kasvatuskoe 2 .....	42
7.3 Kasvatuskoe 3 .....	43
8 Kasvatuskokeen tulokset .....	47
9 Pohdinta .....	49
Lähteet .....	51
Liite 1	

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössä tarkastellaan salaatin idättämiseen ja taimikasvatukseen liittyviä käytäntöjä ja ongelmia. Lähtökohtana ovat pohjoiskarjalaisella puutarhalla havaitut jääsalaatin viljelyyn liittyvät ongelmat: taimipöydältä linjastoon kourutukseen tulevissa kenoissa on runsaasti tyhjiä potteja sekä heikkokuntoisia taimia.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää hävikin syy ongelmien vähentämiseksi idätys- ja taimikasvatusvaiheessa. Menetelmänä käytetään kasvatuskokeita.

Salaatin kasvatusta käsittelevää tutkimusta on tehty Suomessa melko vähän. Tämän tutkimuksen käsitellessä lähinnä yhden kasvihuonekokonaisuuden ongelmia, aineisto pohjautuu suurelta osin kasvatuskokeissa tehtyihin havaintoihin, joita vertaillaan yleiseen alan kirjallisuudesta löytyvään tietoon.

## 2 Kasvihuoneviljely Suomessa

### 2.1 Kasvihuonetuotannon jakautuminen

Kaupallinen kasvihuoneviljely alkoi Suomessa 1840-luvulla (Koivunen 1997, 7.) Maamme kasvihuoneviljelystä 90 % on keskittynyt eteläiseen Suomeen Vaasa–Tampere–Lappeenranta linjan eteläpuolelle. Merkittävimpiä viljelyalueita ovat Turun ja Porin seutu, Hämeenlinnan, Tampereen ja Lahden ympäristö, Uusimaa ja Kymenlaakso sekä Närpiön seutu Etelä-Pohjanmaalla (Partanen 1994, 7.).

Kasvihuonetuotanto muodostuu koristekasvi- ja vihannestuotannosta. Vuonna 2010 kasvihuoneyrityksiä oli maassamme 1 627 kappaletta, ja niiden pinta-ala oli yhteensä 435,26 ha. (Tilastokeskus, 2011.) Kasvihuoneyrityksen keskimääräinen pinta-ala on noin 3 000 m<sup>2</sup>, ja ne ovat tavallisesti perheyrityksiä. (Puutarhaliitto ry 2011.)

Kokonaiskasvihuonealasta suurin osa muodostuu vihannesten tuotannosta (266,61 ha). Vihannestuotantoon keskittyneitä yrityksiä on myös lukumäärältään eniten (850 kappaletta vuonna 2010). Toiseksi eniten on koristekasvien tuotantoon erikoistuneita yrityksiä (691 kappaletta ja 147,77 ha). Taimia ja pistokkaita tuottavia yrityksiä oli vuonna 2010 yhteensä 427 kokonaistuotantoalan ollessa 27,26 hehtaaria. Marjoja tuotti 38 yritystä 3,66 hehtaarin alalla. (Tilastokeskus 2011.)

Vuonna 1987 ruukkusalaattia viljeli 14 yrittäjää 1,8 hehtaarin kasvihuonealalla. Eniten yrittäjiä (66 kpl) oli vuosina 2003 ja 2005. Tämän jälkeen yrittäjien määrä on laskenut hieman (vuonna 2010 yrittäjiä oli 58), mutta viljelyala on kasvanut jatkuvasti; vuonna 2010 se oli 20,6 ha. Suosituin kotimainen kasvihuonevihannes on tomaatti, jota viljeltiin vuonna 2010 kaupallisissa kasvihuoneissa 114,3 hehtaarin alalla. Toiseksi suosituin on kurkku 67 hehtaarin alalla. Ruukkusalaattia viljellään kasvihuonekasviksista kolmanneksi eniten. (Tilastokeskus 2011.)

Vuonna 2004 kasvihuonetuotannon energiankulutus oli 176 000 toe<sup>1</sup>, mikä on 0,5 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Sähkönkulutuksen osuus oli 0,45 %. Kotimaisten polttoaineiden osuus energiankäytöstä on noin viidesosa. (Kauppapuutarhaliitto 2011.)

## 2.2 Kasvihuonetuotannon vaatimuksia

Pohjoinen sijainti asettaa omat vaatimuksensa kasvihuoneviljelylle. Kasvintuotantomme erityispiirteitä ovat pitkien talvien kylmyys, vähäinen valo, lyhyet päivät sekä lumen aiheuttama kuormitus. Viljelylämpötilan ylläpito ja keinovalojen käyttö kuluttavat runsaasti energiaa. Kesällä valoa on niin paljon, että kasveja joudutaan varjostamaan verhoilla tai lasikatteen varjostusaineella. Myös pitkät kuljetusmatkat ja harva asutus lyövät leimansa suomalaiseseen kasvintuotantoon. (Koivunen 1997, 12.)

Partasen (1994, 10.) mukaan kulut ovat kolminkertaiset, kun verrataan kotimaassa viljeltyä vihannestonnia maahan tuotuun vihannestonniin. Suomi onkin pohjoisin valtio, jossa kaupallista kasvihuoneviljelyä harjoitetaan (Koivunen 1997, 25.).

### 2.2.1 Valo

Valo on kasvihuonetuotannon tärkeimpiä kasvutekijöitä. Muita kasvutekijöitä säädetään valon mukaan. Maantieteellisesti valoisuuden kannalta edullisimpia alueita kasvihuoneviljelyyn ovat Suomenlahden ja Pohjanlahden rannikkoseudut. Pohjois- ja Itä-Suomessa lumipeite heijastaa voimakkaasti valoa kevättalvella. Luonnonvaloa voidaan korvata keinovalolla, mutta se on huomattava kustannuserä. (Partanen 1994, 7.)

---

<sup>1</sup> Öljykvivalenttitonni (ton of oil equivalent). Yksi toe vastaa lämpöarvoltaan yhtä raakaöljytonnia. (Öljyalan Keskusliitto 2011.)



### **2.2.2 Lämpötila**

Kasvihuoneiden lämmitystarve ja kustannukset kasvavat pohjoiseen päin edettäessä. Lämmityskustannuksiin voidaan vaikuttaa valitsemalla tuulensuojainen ja aurinkoinen paikka ja rakentamalla kasvihuone kaksikerrospleksilasista. Lumi varjostaa ja vähentää satoa, minkä vuoksi kasvihuoneen lapheet ja seinustat on pidettävä lumettomina. Vesi- ja räntäsade viilentävät ja lisäävät valaistuksen tarvetta sekä nostavat ilmankosteuden haitallisen korkeaksi. Suotuisan ilmankosteuden saavuttaminen merkitsee usein yhtäaikaista tuuletusta ja lämmitystä tai ilmaa kuivaavan lämpöpumpun käyttöä. (Partanen 1994, 8–9.)

### 3 Kasvutekijät ja niiden säätely

Kasvien kasvu perustuu yhteyttämiskykyyn. Kasvi muuttaa lehtivihreän avulla auringon energiaa kemialliseksi energiaksi, joka sitoutuu hiilihydraateiksi. (Esim. Jaakkonen & Vuollet, 1997. 30.) Fotosynteesissä hiilidioksidista ja vedestä syntyy sokereita ja happea auringonvalon avulla. Fotosynteesi jaetaan valoreaktioihin ja ns. pimeäreaktioihin, joissa sidotaan hiilidioksidia (Calvinin kierto). (Esim. Suomen luontotieto 4 2006, 303.)

Kasvutekijöillä tarkoitetaan kasvin kasvulle välttämättömiä edellytyksiä: valoa, lämpöä, vettä, hiilidioksidia, ravinteita ja kasvin geneettisiä tekijöitä. Optimaalinen kasvu edellyttää kasvutekijöiden tasapainoa. Kasvihuoneviljelyssä kasvutekijät ovat pitkälti säädettävissä – lukuun ottamatta auringon säteilyenergiaa, jonka vaihtelu eri vuodenaikoina on meillä hyvin suurta. Muut kasvutekijät onkin säädettävä auringon säteilyenergian mukaan. Kasvien kasvu rajoittaa tekijä, jota on vähiten saatavilla – esimerkiksi valo talvella – tai tekijä, jota on liikaa, esimerkiksi liian korkea lämpötila kesällä. (Partanen 1994, 30–31.)

#### 3.1 Valo

Valo on sähkömagneettista värähtelyä, joka etenee aaltoliikkeenä. Tämän lisäksi valolla on myös hiukkasmainen vaikutus: se imeytyy eli absorboituu kasvin lehteen ja aikaansaa muutoksia kasvin molekyyliensä. Kasvin säteilyenergian käyttöä ilmaistaan kvanteilla. Valon kompensatiopisteessä kasvin yhteyttäminen ja hengitys ovat yhtä suuria, eikä kasvu tapahdu. Kasvu kiihtyy sitä enemmän, mitä enemmän valoa on saatavilla. Kuitenkin saturaatio- eli kyllästyspisteen saavuttamisen jälkeen valomäärän lisääminen ei enää lisää nettofotosynteesiä. Kompensaatio- ja saturaatiopisteet riippuvat kasvilajista, mutta vaihtelevat samalla kasviyksilölläkin valo- ja varjolehdillä. Liian suuret valotehot aiheuttavat kasvien lehtiin kloroosia, jolloin lehtivihreä hajoaa ja lehdet kellastuvat tai näyttävät palaneilta. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 40, 43; Partanen 1994, 31.)

Auringonsäteily sisältää sinistä, keltaista ja punaista valoa. Eri aallonpituudet vaikuttavat kasvin eri toimintoihin (taulukko 1).

Taulukko 1. Eri säteilylajien ja valon värin vaikutus kasvien kasvuun (Partanen 1994, 31–32. Jaakkonen & Vuollet 1997, 40–42.).

Säteilylaji	Aallonpituus (nm)	Vaikutus kasvuun
Ultraviolettisäteily		Epäedullista, ehkäisee kasvua.
Näkyvä valo:		
Violetti	390 - 430	Edullista,
Sininen	430 - 485	tukevoittaa vartta, ilmarakojen avautuminen, tiiviskasvuisuus.
Sinivihreä	485 - 505	Lisää yhteyttämistä.
Vihreä	505 - 530	Heijastuu takaisin vihreistä lehdistä,
Kellanhvihreä	530 - 560	vaikuttaa heikosti
Keltainen	560 - 590	yhteyttämiseen.
Oranssi	590 - 620	Imeytyy voimakkaasti lehtiin, edistää pituuskasvua, lisää yhteyttämistä huomattavasti.
Punainen	620 - 760	
Infrapunasäteily	760 - 10 000	Epäedullista, venyttää kasvua.

Valon laatu muuttuu kasvuston läpi edetessään. Tiheässä kasvustossa latvusto saa valoa alimpia kasvukerroksia enemmän. Punainen ja sininen valo imeytyvät viherhiukkasiin. Lehdistön siivilöimän valon punaisen ja kaukopunaisen valon suhde pienenee. Kaukopunainen valo vähentää biologisesti aktiivisen fytochromin määrää, mikä venyttää vartta. Punaisen valon osuuden kasvu vähentää varrenkasvua. (Koivunen 1997, 169–170.) Fotosynteesissä kasvit muodostavat hiilidioksidista ja vedestä valon avulla sokeria. Valo

on kasveille energian lähde. Yhteyttämislle edullisimpia ovat valon aallonpituudet 390–505 nm ja 590–760 nm. (Partanen 1994, 34.)

Kasvu alkaa, kun säteilyn määrä ulkona kohoaa yli 65 mWh:n. Salaatin taloudellinen lisäkasvu tulee mahdolliseksi säteilyn ylittäessä vuorokaudessa 80 mWh cm<sup>2</sup>:ä kohti. Salaatin viljelyssä käytettävä valotusteho on yleisesti 100 W. Asennusteho vaihtelee 70–120 W/m<sup>2</sup>. (Partanen 1994, 34.; Koivunen 1997, 189.)

Noin 40 % yhteyttämistuotteista kuluu hengitykseen. Jos päivällä on niukasti valoa, yhteyttämässä syntynyt pieni sokerimäärä kuluu yöllä kasvin hengitykseen, ts. palaa hiilidioksidiksi ja vedeksi, eikä lisäkasvua tapahdu. Jotta nettokasvua syntyisi, yhteyttämistuotteita tulisi muodostua enemmän kuin hengitykseen kuluu. Korkeassa lämpötilassa hengitys nopeutuu. Nollakasvu muuttuu nettokasvuksi, kun valaistusvoimakkuus lisääntyy ja yhteyttäminen nopeutuu, tai kun lämpötila laskee ja hengitys hidastuu. (Partanen 1994, 35.)

### 3.2 Lämpö

Kasvutekijöistä lämpötila säätelee kasvien kasvua eniten. Lämpötilan kohoaminen lisää yhteyttämistä ja nopeuttaa kasvin kehitystä, mutta myös vanhenemista. Kasvin juuret kehittyvät paremmin viileässä. (Hyytiäinen & Hiltunen, 1999. 10.) Juuriston lämpötilalla on vaikutusta myös juurten hormonitasapainoon, joka ohjaa muiden kasvinosien kehitystä. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 47–48.)

Matalassa lämpötilassa kasvin hengitys hidastuu ja yhteyttämistuotteita kertyy kasvin versoihin, lehtiin ja hedelmiin liikaa. Kasvi ei saa kylmästä maasta ravinteita, varsinkin rautaa ja fosforia, juuriston kasvu heikkenee ja alttius kasvitaudeille kasvaa. Mitä matalampi lämpötila on, sitä pidempi on kasvin kehitysaika. (Partanen 1994, 64.)

---

2

Kasvihuoneviljelyssä kasvukaudella tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin luonnonvaloa on niin runsaasti, että syntyy nettokasvua, toisin kuin avomaanviljelyssä, jossa kasvukausi määräytyy lämpötilan mukaan. (Partanen 1994, 37).

Lämmin kasvualusta parantaa juuriston veden- ja ravinteidenottoa. Pohjan lämpö saisi olla muutaman asteen ilman lämpötilaa korkeampi. Kasteluveden lämpötilan tulisi olla noin 25 °C. Juuret kykenevät ottamaan paremmin lämmintä kuin kylmää vettä, myös helteellä. Kylmä vesi alentaa kasvualustan lämpötilaa ja hidastaa kasvua. (Partanen 1994, 62–63.)

Kasvien kasvun lämpötila-alue on noin 7-33 °C. Optimilämpötila riippuu kasvilajista, kasvin kehitysvaiheesta ja kasvuoloista. Ruukkusalaatin viljelyssä korkea lämpötila nopeuttaa kasvua ja sadonkorjuuta, mutta heikentää sadon laatua. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 45-46.)

Lämpötilan säätelyllä voidaan vaikuttaa kasvin osien kehitykseen. Itämisvaiheessa lämpötila voi olla korkeahko, noin 22 °C. Taimettumisen jälkeen lämpötilaa lasketaan taimien tukevoittamiseksi (viileässä hengitys on vähäisempää, jolloin sokeri varastoituu lehtiin ja kasvu on rehevää). (Partanen 1994, 61.)

Lämpötila voi olla sitä korkeampi, mitä enemmän valoa on saatavilla. Yölämpötila määräytyy päivän valoisuuden mukaan. Alhaisempi yölämpötila on useimmille kasveille suotuisaa: hengitykseen kuluu vähemmän energiaa ja hontelo kasvu estyy. Yleensä yölämpötila on muutaman asteen päivälämpötilaa matalampi (poikkeuksena esim. joulu-tähti ja jotkin ruukku- ja ryhmäkasvit). (Partanen 1994, 58–59.)

### 3.3 Vesi

Kasvit koostuvat lähinnä vedestä. Salaatin tuorepainosta vettä on noin 95 %. Vettä tarvitaan fotosynteesiin, solupaineen ylläpitoon sekä ravinteiden ja yhteyttämistuotteiden kuljettamiseen. Solujen kemialliset reaktiot tapahtuvat vesiliuoksessa. Turgori eli nestejännitys antaa kasveille ryhdin ja joustavuuden. Kasvi saa vettä juuripaineen tai osmoottisen toiminnan ja haihdutuksen kautta. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 49–50.; Hyytiäinen & Hiltunen 1999, 14.; Partanen 1994, 46.)

Osmoosissa vesimolekyylit liikkuvat kasvin solukalvon läpi, jolloin vesi siirtyy laimeammasta väkevämpään. Kasvin solunesteeseen on liuennut sokereita, suoloja ja aineenvaihduntatuotteita, joten se on väkevämpää kuin vesi. Jos maanesteeseen on liuennut kuivuuden tai liikalannoituksen vuoksi paljon aineita (johtokyky korkea), juuret eivät voi ottaa maasta vettä. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 50.)

Solun täytyessä vedellä siinä on täysi nestejännitys. Kasvin haihduttaessa soluneste väkevoituu, jolloin vettä voi jälleen imeytyä soluun. Kasvi haihduttaa vettä enemmän kuin aineenvaihdunta ja aineiden kuljettaminen edellyttäisivät. Hyytiäisen ja Hiltusen (1999) mukaan kasvi sitoo soluihinsa vain prosentin kasvualustastaan ottamastaan vedestä ja haihduttaa 99 % ilmaan. Tämä johtuu kasvin ja ympäröivän ilman vesihöyryn paine-erosta: Kasvin lehti voi olla aurinkoisella säällä useita asteita ilmaa lämpimämpi. Kasvihuoneen lämpötilan ollessa 30 °C, kuivan lehden lämpötila nousee 40 °C:een. Tällöin vesihöyryn paine kasvaa ilmarako-onteloissa, ja kasvi alkaa haihduttaa. Haihdutus viilentää kasvia. Haihtumista saisi kuitenkin tapahtua vain sen verran kuin kasvi saa juurillaan otettua vettä tilalle, muuten kasvi menettää nestejännityksensä ja ilmarakojen huulisolut sulkeutuvat. Kasvin lehden solunvälien ja kasvihuoneilman kosteus pyrkii tasoittumaan kosteuseron hävittämiseksi. Lehdistä haihtuu vettä huulisolujen sulkeuduttuakin, lehdet alkavat roikkua ja kasvu lakkaa energian kuluessa kasvin hengitykseen. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 50.; Partanen 1994; 56.)

Kasvin lehdillä on ilmarakoja, yleensä lehden alapinnalla, noin 40–600 kappaletta/mm<sup>2</sup>. Kaikkien ilmarakojen ollessa auki niiden osuus lehden pinta-alasta on muutaman prosentin luokkaa. Hyvin kosteassa, vesihöyryn kyllästävässä ilmassa ilmaraoit ovat kiinni, eikä kasvi haihduta tai yhteytä. Hiilidioksidi kulkeutuu lehteen ainoastaan ilmarakojen ollessa auki ja lehden pinnan ollessa näkymättömän vesihöyryn peittämä. Yhteyttäminen on tehokkainta ilman kyllästysvajauksen ollessa 3 – 7 g/H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 50–51, 53.)

---

3

Kyllästysvajauksella tarkoitetaan ilman suhteellista kosteutta eli ilman vesihöyrypitoisuutta tai ilman veden osahöyrypainetta. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 53.)

Kasvihuoneissa ilman suhteellinen kosteus on päivisin 70–90 %, yöllä hieman matalampi. Kosteassa ilmassa kasvien ilmarakojen huulisolut ovat auki, kasvi saa helposti vettä ja ravinteet kulkeutuvat veden mukana johtojänteisiin. Kasvi pystyy tällöin säätelemään haihduntaansa. Jatkuva, hidas haihdunta on hyväksi kasville. Ilmankosteutta lisätään yleensä suihkuttamalla tai sumuttamalla vettä muutaman sekunnin ajan 5–10 minuutin välein. Veden tulisi laskeutua kasvin lehdille ohuena sumuna, jolloin ei muodostu pisaroita. (Partanen 1994, 56.)

Auringon laskiessa kasvien ilmarakot sulkeutuvat ja juuristo ottaa maasta vettä enemmän, kuin kasvi haihduttaa. Yhdyttämässä syntynyt sokeri siirtyy lehdistä muihin kasvinosiiniin, jolloin lehtien soluneste laimenee ja osmoosi voimistuu. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 51.)

Vedenpuute aiheuttaa kasvuhäiriöitä ja -hitautta. Kasvi ei saa kasvualustasta vettä, vaikka sitä olisi tarjolla, jos

- kasvualustassa ei ole riittävästi happea
- kasvualusta on kylmä tai lannoitettu liian väkeväksi
- haihdunta on niin runsasta, että huulisolut sulkeutuvat ja veden kulkeutuminen hidastuu.

Veden äkillinen puute aiheuttaa lehtiin ruskeita laikkuja tai lehtien reunojen kuivumista. Pitkäaikainen vedenpuute näkyy tavallista pienikokoisempina tai epämuodostuneina lehtinä ja puutuneena kasvuna sekä haalistuneena värityksenä. Liian märkä kasvualusta aiheuttaa puolestaan hapenpuutetta, joka haittaa juuriston toimintaa ja kasvua. Veden käyttökelpoisuuteen vaikuttavat mm. kasvualustan laatu ja maanesteeseen liuenneiden aineiden määrä (sähkönjohtokyky). (Partanen 1994, 50.; Jaakkonen & Vuollet 1997, 51.)

Kasvin haihdutus ei onnistu liian kosteassa ilmassa, jolloin kasvi ei myöskään saa riittävästi ravinteita kasvuunsa. Juuripaine nostaa kasviin vettä, vaikka kasvi ei haihduttaisi-kaan. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa lähellä 100 %, kasvi ei voi haihduttaa vettä tarpeeksi. Liiallinen kosteus ilmenee eri tavoin kasvilajista riippuen, mutta haihdunnan pysähtyminen hidastaa kasvua, pienentää satoa ja heikentää sen laatua. Lisäksi monet tuhositiet leviävät kosteassa. (Partanen 1994, 57.)

Liian korkeassa ilmankosteudessa kasvaneilla kasveilla ilmaraot eivät sulkeudu normaalisti, mikä aiheuttaa kasvin nopean nuukahtamisen keruun jälkeen. Kasvin pintaa suojaava vahamainen pintakelmu eli kutikula voi kosteissa kasvihuoneolosuhteissa jäädä ohueksi, jolloin kuivempiin olosuhteisiin siirretty kasvi kuivuu helposti. Ratkaisuna on riittävän ilmankierron järjestäminen kasvustoon. Liikkuva ilma edistää haihtumista. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 54.) Kasteluntarpeeseen vaikuttavat tekijät käyvät ilmi taulukosta 2.

Taulukko 2. Kasvien kasteluntarpeeseen vaikuttavat tekijät (esim. Partanen 1994, 46-49).

Auringon säteilyenergian määrä	Tiettyä säteilymäärää vastaa tietty kasteluntarve.
Lehtipinta-alan koko	Yhteyttäminen ja haihdutus lisäävät kasteluntarvetta.
Kasvualustan laatu	Riittävä ilmatila juuriston hapensaannille. Hapenpuutteesta kärsivä juuristo ei voi ottaa vettä.
Sääolot	Pilvisellä säällä kasteluntarve vähenee.
Kasvualustan lämpötila	Vedensaanointi paranee kasvualustan lämmetessä.
Lannoitus	Vedensaanointi vaikeutuu kasvualustan väkevöityessä (osmoosi).

### 3.3.1 Kasteluveden laatu

Kasteluvudessa ei saa olla ihmiselle tai kasveille haitallisia aineita, eikä se saa tukkia tai syövyttää kastelujärjestelmiä. Parasta kasteluvettä olisi hapekas, humukseton järvi- tai jokivesi. Veden laatua seurataan raakavesianalyysillä, jossa määritetään veden johtokyky, alkaliteetti bikarbonaateina, kaliumpermanganaatin kulutus, typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium, rikki, kloridi, rauta, boori, kupari, mangaani, sinkki, natrium, pii sekä mahdollisesti fluori. Näytettä varten lasketaan puoli litraa tasalämpöistä vettä puhtaaseen pulloon. (Partanen 1994, 50–51.; Alainen.)



Kasteluedessä voivat aiheuttaa ongelmia kasveille suuret suolapitoisuudet ja humus. Kasvua haittaavat eniten veden kloridi-, natrium-, sulfaatti- ja boraattipitoisuudet. Kokonaissuolapitoisuus saadaan selville huomioimalla kaikki kastelueden sisältämät suolat. Kasvit jaotellaan suolankeston mukaan viiteen ryhmään hyvin herkistä kasveista (kokonaissuolapitoisuus enintään 100 mg/l) suolaa sietäviin kasveihin (kokonaissuolapitoisuus enintään 800 mg/l). Salaatti kuuluu vähemmän herkkiin kasveihin (kokonaissuolapitoisuus enintään 600 mg/l). Kastelueden mukana tuleva humus sisältää eläviä mikro-organismeja, jotka kuluttavat happea, mistä voi seurata hapenpuutetta. Pieneliöt voivat ottaa happea myös nitraattitypestä ( $\text{NO}_3$ ) ja muuttaa sitä vahingolliseksi nitriitiksi ( $\text{NO}_2$ ). (Partanen 1994, 51–52.)

Tuoreina syötävien vihannesten kastelueden laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä haitalliset aineet pääsevät kasvin syötäviin osiin kastelueden mukana. Hyvälaatuinen, juotavaksi kelpaava vesi sisältää bakteereja alle 1 kpl/100 ml. Jos kolibakteereja löytyy yli 10 kpl/100 ml, vesi on nautittuna terveydelle vaarallista. Kastelueden kolibakteerimäärä ei saa olla yli 1 000 kpl/100 ml. Kasteluedessä ei saa olla myöskään raskasmetalleja. Turve sitoo raskasmetalleja itseensä muuttaen ne vaikealiukoiseen muotoon, jolloin ne eivät kulkeudu kasviin. Sen sijaan esimerkiksi ravinneliuos tai kivi- villa eivät niitä sido. (Partanen 1994, 52.)

### **3.3.2 Kastelutekniikan vaatimuksia**

Yleisimpien kasvihuonekasvien kastelueden sopivin pH-arvo on 5,5–6,5, koska ravinteet ovat lievästi happamassa nesteessä liukoisimmillaan. Liian korkeassa pH-arvossa useat ravinteet muuttuvat vaikealiukoisemmiksi ja niiden liukoinen määrä kasteluedessä vähenee niin, ettei kasvi saa otettua niitä tarpeeksi. Korkea pH huonontaa varsinkin raudan, mangaanin ja boorin saantia, orgaanisissa kasvualustoissa myös fosforin saantia. (Kanniainen 1997, 138.)

Liian matala pH voi aiheuttaa myrkytysoireita, koska monien alkuaineiden liukoisuus lisääntyy happamissa oloissa. Haitallisin on alumiini, jonka liukoisuus kasvaa jyrkästi pH:n laskiessa alle 5:een. Samalla lailla käy raudalla ja mangaanilla. Liian hapan kaste-

luvesi liuottaa myös sinkkigalvanoiduista<sup>4</sup> rautaputkistoista sinkkiä. Jos kasvualustassa ei ole alumiinia ja kasteluvesi johdetaan muoviputkia pitkin, viljely on mahdollista matalassakin pH:ssa. Tällöin hivenravinteet annetaan kelaattimuodossa, mikä säilyttää niiden liukoisuuden pH:sta riippumatta. (Kanniainen 1997, 139.)

Kalsiumkarbonaatti ( $\text{CaCO}_3$ ) ja bikarbonaatti ( $\text{HCO}_3$ ) nostavat kasvualustan ja kasteluv veden pH:ta. Jos kasteluv veden pH nousee yli 6,5:n, kalsium saostuu fosforilannoitteiden kanssa ja tukkii tippuletkut. Bikarbonaattipitoisuus joudutaan tämän vuoksi tarvittaessa laskemaan typpi- ja fosforihapon avulla alle 30 mg:aan litraa kohti. Rauta muodostaa emäksisessä liuoksessa vaikeasti liukenevaa rautafosfaattia ja mangaani ruunikiveä eli mangaanidioksidia. Myös humus tukkii tippuletkuja. Humuksen määrä selvitetään vesianalyysillä lisäämällä veteen kaliumpermanganaattia ( $\text{KMnO}_4$ ), joka sakkauttaa humuksen. Humus erotetaan vedestä hiekkasuodattimella. Veden kovuus luokitellaan asteikolla °dH 0 – 21. Saostumariski kasvaa veden koventuessa. Kasteluun sopii parhaiten kovuusarvoltaan 3–5 °dH vesi (Partanen 1994, 53–55.)

### 3.4 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi on näkymätön ja hajuton kaasu, jota on ulkoilmassa noin 340 ppm eli 0,034 %. Hiilidioksidipitoisuus kasvaa vuosittain noin yhden miljoonasosan. Ilmassa on lisäksi typpeä 78 %, happea 21 % ja jalokaasuja. Hiilidioksidi imeytyy kasviin ilmara-kojen kautta, sekoittuu soluvälien ilmatilaan (diffuusio) ja liukenee vesikalvoon, joka peittää solun pintaa. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 57.) Hiilidioksidin saanti on kasvun ehdoton edellytys, koska yhteyttäessään kasvit muodostavat vedestä ja hiilidioksidista valon vaikutuksesta sokeria. Hiilidioksidin määrä vaikuttaa kasvunopeuteen. (Partanen 1994, 67.)

Kasvit sitovat yhteyttäessään hiiltä ilmakehästä. Eläinten syödessä kasveja hiili siirtyy eläimiin. Mikrobit hajottavat kuolleet eläimet, jolloin hiili palautuu jälleen ilmakehään. Kasvien sitomasta hiilestä 20 % palautuu ilmakehään hengityksen mukana ja 80 % ha-

---

<sup>4</sup>

Sinkkigalvanoinnilla tarkoitetaan metallin päällystämistä ohuella sinkkikerroksella.

jottajamikrobien työn tuloksena. (Esim. Hyytiäinen & Hiltunen, 1999. 16.) Kasvi tarvitsee yhden kuiva-ainegramman tuottamiseen 400 mg hiilidioksidia (Partanen 1994, 67.; ks. taulukko 3).

Hiilidioksidi tehostaa yhteyttämistä. Valotuksesta ei saada riittävää hyötyä ilman hiilidioksidilannoitusta. Hiilidioksidilannoitus lisää ja aikaistaa satoa, nostaa kuiva-ainepainoa ja parantaa kasvien vastustuskykyä. Tomaatin, kurkun ja salaatin sato kasvaa hiilidioksidilannoituksella keskimäärin 25–30 %. Salaatti valmistuu 2 viikkoa aikaisemmin kuin ilman hiilidioksidilisäystä. (AGA 2011. Jaakkonen & Vuollet 1997, 58. Partanen 1994, 69.)

Kasvien hengitys on vilkkainta pimeässä. Hiilidioksidi on raskasta kaasua, joka varastoituu yön aikana kasvihuoneeseen. Sen määrä on suurimmillaan aamulla, minkä vuoksi kasvu on silloin nopeinta. Mitä lyhyempi valoisa aika on, sitä enemmän hiilidioksidia kasveilla on käytettävissään. Hiilidioksidia vapautuu myös turpeesta ja lannoituksen yhteydessä. Kasvihuoneen hiilidioksidipitoisuus laskee päivällä yhteyttämisen vuoksi 200 ppm:iin. Hiilidioksidin vajoisuus on sitä suurempi, mitä pienempi ilmatila kasvihuoneessa on. Ilman tulisi vaihtua viisi kertaa tunnissa, jotta kasvihuoneen hiilidioksidipitoisuus olisi riittävä. (Partanen 1994, 68–69.)

Kasvusto käyttää hiilidioksidia 0–2 kg/h/1 000 m<sup>2</sup>. Hävikin takia lisäys voi olla 1–4 kg/h. Tarve vaihtelee kasvilajin ja lajikkeen, kasvuvaiheen, vuodenajan, valoisuuden, lämpötilan, vuorokaudenajan, kasvihuoneen tiiviyn, kasvualustan laadun yms. tekijöiden mukaan. Kasvihuoneen hiilidioksiditaso nostetaan hiilidioksidilannoituksella noin 600 ppm:iin. Yli 1 000 ppm:n pitoisuuksia ei nykyisin suositella, koska korkeat pitoisuudet estävät ilmarakoja sulkeutumasta. (Jaakkonen & Vuollet 1997, 58-59.)

Hiilidioksidilannoitukseen käytetään painesäiliössä ostettua, lähes 100-%:ta hiilidioksidia tai se tuotetaan viljelmällä. Valmis hiilidioksidi on helppokäyttöistä ja turvallista, mutta kallista. Sen vuoksi on suositeltavaa käyttää ilman hiilidioksiditasoa mittaavaa ja säätävää automatiikkaa. (Alm 1997, 73.)

1 000 m<sup>2</sup>:n alalle tarvitaan hiilidioksidia kasvihuoneen ilmavuodot huomioiden noin 4,5 kg tunnissa. Hiilidioksidia saadaan esimerkiksi polttamalla propaania 1,5 kg/h, jolloin

pitoisuus on 1 500 ppm. Vaihtoehtoisesti voidaan polttaa myös petroolia, rikitöntä polttoöljyä, maakaasun palamissavua tai nestekaasua. Polttoainekustannukset ovat tällöin vain kolmannes valmishiilidioksidin hinnasta, mutta ongelmana ovat savukaasujen epäpuhtaudet (typpioksidit, häkä, etyleeni ja muut hiilivedyt) sekä vesihöyry. Hiilidioksidi voidaan tuottaa kasvihuoneeseen myös kompostoimalla esim. olkea. (Alm 1997, 74.; Partanen 1994, 70.)

Hiilidioksidilannoituksen yhteydessä on lisättävä muita kasvutekijöitä. Valaistuksen on oltava vähintään 3 000–4 000 luksia. Ravinteiden, erityisesti typen, tarve lisääntyy kasvun kiihtyessä. Lämpötilan tulisi olla noin 20 °C. (Partanen 1994, 71.)

Hiilidioksidi vähentää kasvin valohengitystä. Valohengitys on suoja mekanismi: uutta sokeria syntyy kasvissa niin nopeasti, että sen solukot repeäisivät, ellei kasvi kuluttaisi ylimääräistä sokeria hengittämällä. Jos kasvin ympärillä on runsaasti hiilidioksidia, kasvi vähentää valohengitystä. Valotuksen aikaan sekä tammi-helmikuussa valoa on niin niukasti, että sokeria syntyy hyvin vähän, eikä kasvi tarvitsisi valohengitystä lainkaan. Tällöin hiilidioksidilannoitus vähentää valohengitystä ja energiaa säästyy kasvuun. (Partanen 1994, 71.)

### **3.5 Ravinteet**

Kasviravinteita tunnetaan 16 kappaletta. Hiili, vety, happi, typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium ja rikki ovat makroravinteita, joita kasvit ottavat yli 10 kg hehtaarilta. Mikroravinteita ovat boori, kupari, rauta, mangaani, molybdeeni, sinkki ja kloori. Kasvit käyttävät näitä ravinteita enintään yhden kg:n hehtaarilta. Lisäksi jotkin kasvit tarvitsevat kobolttia ja natriumia. Kasvit käyttävät ravinteita kasvuun ja elintoimintoihinsa. (Hyttiäinen & Hiltunen 1999, 20.)

Kasvin käyttämien ravinteiden, veden ja hiilidioksidin suhteet näkyvät alla olevasta taulukosta:

Taulukko 3. Kasvin veden, hiilidioksidin ja ravinteiden tarve yhden kuiva-ainegramman tuottamiseksi. (Partanen 1994, 67.)

Kasvin tarvitsema ravinne	Tarve (mg)
Vesi	20 000 mg
Hiilidioksidi	400 mg
Typpi	40 mg
Kalium	40 mg
Kalsium	40 mg
Fosfori	40 mg
Rikki	10 mg
Magnesium	4 mg
Hivenaineet	Alle 1 mg

Kasvit ottavat vain tietyssä muodossa olevia kasvinravinteita. Yhteyttämisessä vedestä tuleva vety ja kaasumainen hiilidioksidi sitoutuvat orgaanisiksi yhdisteiksi. Metalliluonteisia ravinteita kasvi ottaa yleensä kationimuodossa (positiivisina ioneina) ja epämetallisia anioineina (negatiivisesti varautuneina ioneina), poikkeuksina esim. molybdeeni ja boori. Tyypeä kasvi ottaa joko positiivisena ammonium-kationina ( $\text{NH}_4^+$ ) tai negatiivisena nitraattianionina ( $\text{NO}_3^-$ ). Kasvi voi lisäksi ottaa mikroravinteita lehdillään ja juu-

5

rillaan varauksettomassa kelaattimuodossa . (Kanniainen 1997, 141–142.)

Ravinteet siirtyvät maanesteestä kasvien juuriin lähinnä massavirtauksen tai diffuusion avulla. Massavirtauksessa ravinteet kulkeutuvat kasviin sen haihduttaessa ja juurten ottaessa vettä. Massavirtauksella otettavaa ravinnetta on maanesteessä usein paljon. Tällaisia ravinteita ovat kalsium, magnesium, rikki ja nitraattityppi. Jos kasvi ei voi haihduttaa tarpeeksi, sille voi tulla ravinteista puutetta. (Kanniainen 1997, 142.)

5

Kelaatti on yhdiste, jossa mikroravinne on sidottu orgaaniseen kelaattimolekyylisiin. Se on ulkoisesti neutraali, jolloin se voi kulkeutua juurten lähelle sakkautumatta huonosti liukenevaksi suolaksi tai pidättymättä kasvualustaan. (Kanniainen 1997, 152.)

Diffuusiolla tarkoitetaan konsentraatio- eli pitoisuuserojen tasoittumista. Diffuusiolla saatujen ravinteiden pitoisuus maanesteessä on pieni. Kasvi ottaa diffuusiolla mikroravinteita ja makroravinteista erityisesti fosforia. Kasvisolun ravinnepitoisuus on suurempi kuin maanesteessä, koska kasvisolun negatiivinen varaus vetää positiivisesti varautuneita ravinteita puoleensa. Tätä sanotaan passiiviseksi ravinteiden otoksi. Ravinteiden otto voi olla myös aktiivista, jolloin kasvisolu kuluttaa energiaa ravinteiden saamiseksi. (Kanniainen 1997, 142–143.)

### 3.6 Kasvualustat

Kasvualustoilla on merkitystä kasvien ravinteidensaannin kannalta, koska niiden ravinteidenpidätyskyvyssä on suuria eroja. Aktiivinen kasvualusta pystyy pidättämään ja luovuttamaan ravinteita, inaktiivinen ei. Muita huomionarvoisia seikkoja alustaa valittaessa ovat eloperäisyys, tiheys, vedenjohtokyky, lämmönjohtokyky, vedenpidätyskyky, kokonaishuokostilavuus, ilmatila, juurten laajenemistila (rajoittamaton/rajoitettu), ympäristöstävällisyys ja kierrätettävyys. (Kanniainen 1997, 121.)

Inaktiivisia kasvualustoja kastellaan ja lannoitetaan usein, koska ne eivät pidätä ravinteita. Ravinteet annetaan tasaisesti jokaisella kastelukerralla. Inaktiivisille kasvualustoille kasvinravinteet on annettava pääosin liukoisessa muodossa ja mikroravinteet kelaattimuodossa kasteluveteen sekoitettuna tai suoraan kasvustoon ruiskuttamalla. (Kanniainen 1997, 144, 151–152.)

Juuriston tehokas toiminta edellyttää kasvualustalta korkeaa kokonaishuokostilavuutta ja optimaalista vesi- ja ilmatilaa. Hyvälaatuisessa, maatumattomassa rahkasammalturpeessa ja kivivillassa kokonaishuokostilavuus on yli 95 %. Huokosten on oltava kooltaan sellaisia, että kasteluvesi ei valu niistä pois, mutta ei myöskään sitoudu niihin liian tiukasti. Kasvualusta ei saa painua kokoon, jotta huokostilavuus säilyisi eikä syntyisi hapenpuutetta. (Kanniainen 1997, 123.)

Kasvualustan pH:n tulee tavallisesti olla 5–6,5:n välillä, ja sen puristenesteen sähköjohtokykyä voidaan säädellä hoitolannoitusliuoksen väkevyyttä ja kastelumäärää muut-

tamalla. Kasvualustassa tulisi olla kasveille käyttökelpoisia ravinteita paljon suhteessa kasveille tarpeettomiin liukoisiin alkuaineisiin, kuten natriumiin, klooriin ja sulfaatti-muotoiseen rikkiin, sillä ne lisäävät kokonaissuolapitoisuutta, joka haittaa kasvien vedensaantia. (Kanniainen 1997, 123–124.)

### 3.6.1 Johtokyky

Kasvualustan tai ravinneliuoksen johtokykyä voidaan mitata johtokykymittarilla. Se mittaa liuoksen ionimuotoisten ravinteiden määrää määrittämällä liuoksen sähkönjohtokyvyn (mS/cm tai dS/m), mutta ei kerro, mitä ravinteita liuoksessa tai kasvualustassa on. Johtokyvyn ollessa liian pieni kasvi kärsii ravinteiden puutteesta, kasvusto on kloroottinen (lehtien väri on haalistunut) ja sato pieni. Liian suuri johtokyky vähentää niin ikään satoa, kun juuristo ei saa liian väkevää maanesteestä riittävästi vettä haihdutukseen. Korkealla johtokyvyllä voidaan hillitä kasvua vähävaloisana aikana kevättalvella estettäessä kasvien venymistä. (Kanniainen 1997, 147.)

Johtokykyä seurataan päivittäin tietyn ajan kuluttua kastelusta. Turpeen puristenestenyhte otetaan kosteudeltaan vakioista näytteestä, koska kosteus vaikuttaa ratkaisevasti kasvualustan johtokykyyn: kuivan kasvualustan johtokyky on suuri, märän pieni. Inaktiivisista ja huokoisista kasvualustoista näyte otetaan injektioruiskulla, turpeesta puristamalla. (Kanniainen 1997, 147.)

Kasvualustan puristenesteen ravinnekoostumus tulisi selvittää ajoittain. Lehtianalyysin perusteella voidaan selvittää kasvin ottamien ravinteiden määrää. Jos puristenäyteanalyysi osoittaa jonkin ravinteiden pitoisuuden alhaiseksi, lehtianalyysillä voidaan päätellä, onko kasvi ottanut sitä paljon vai johtuuko puute lannoitusvirheestä. (Kanniainen 1997, 149.)

Lannoitetehtailla on viljelmäkohtainen lannoitepalvelu, jossa tietyille puutarhalle voidaan valmistaa oma, viljelmäkohtainen lannoite. Lannoitussuosituksia tehtäessä huomioidaan ravinneliuokseen haluttavien pitoisuuksien ohella raakaveden ravinnepitoisuudet, kastelu- ja lannoitusjärjestelmän tyyppi, kasvualusta ja ylikasteluprosentti, kasvilaji ja -lajike, kasvihuoneen katemateriaali sekä viljelyajankohta. (Kanniainen 1997, 151.)

### 3.6.2 Turve kasvualustana

Turve on hajonneiden suokasvien (rahkasammalet, sarat, puumaiset kasvit) jäänteistä muodostunutta eloperäistä maata. Kasvihuoneviljelyssä käytetään enimmäkseen rahkasammalturvetta (*Sphagnum*), jota nostetaan Etelä-Suomen kohosoilta ja Pohjanmaan aapasoiden reunavyöhykkeiltä. Vähän maatunut rahkasammalturve on vaaleaa, väri tummuu maatumisasteen mukaan. (Kanniainen 1997, 125)

Rahkasammalet ovat luonnossa happamia (noin pH 4) ja vähäravinteisia, minkä vuoksi rahkasammalturpeessa on hyvin vähän mikrobitoimintaa. Tämän vuoksi turve säilyy kauan; hajoaminen alkaa vasta kalkitsemisen ja lannoituksen jälkeen. Turve kalkitaan yleensä magnesiumpitoisella kalkkikivijauheella tai dolomiittikalkilla, jotka nostavat kasvualustan pH:ta ja tuovat siihen kalsiumia ja magnesiumia. Kalkkia käytetään 4–8 kg rahkaturvekuutiota kohden, jolloin se riittää yhdeksi kasvukaudeksi. (Kanniainen 1997, 125, 155.)

Vaalean rahkasammalturpeen etuja ovat pinta-aktiivisuus (hyvä kationinvaihtokapasiteetti eli ravinteidenpidätyskyky), hyvä vedenpidätyskyky ja sopivankokoiset huokokset (kokonaishuokostilavuus 95–96 %). Optimaalinen vaalean rahkasammalturpeen ilmatila on 53–55 %, jolloin vesitilaksi jää 41–43 %. Partasen (1994, 13–14.) mukaan kasveille edullisin vesitila on kesäaikaan 55 % ilmatilan ollessa 40 %. Talvella riittää 35 %:n vesitila ja 60 %:n ilmatila. Litra viljelykostea vaaleaa rahkasammalturvetta painaa noin 450–500 g. (Kanniainen 1997, 126.)

Turpeen ongelmana voi olla suurten huokosten liian pieni osuus ilmatilasta ja alle millimetrin kokoisten hiukkasten liian suuri osuus. Tällöin vaarana on ylikastelu, joka johtaa heikosti kehittyneeseen juuristoon ja hitaaseen kasvuun. Turpeen kastelu on aloitettava varovasti, ja sitä kastellaan harvemmin kuin kivivillaa (ks. 3.6.4) tai muita isoja huokosia sisältäviä kasvualustoja. Kanniaisen mukaan yksi kastelukerta päivässä riittää tai kastelutiheys voi olla vielä tätäkin harvempi. (Kanniainen 1997, 126.)



### 3.6.3 Hydroviljely

Kasveja voidaan viljellä ilman kiinteää kasvualustaa, jolloin juuria huuhdellaan ravinne-  
liuoksella jatkuvasti tai tietyin väliajoin. Vesiviljely voidaan toteuttaa täysin ilman tukea  
antavaa materiaalia (esim. kivivillaa tai perliittiä, ks. 3.6.4) tai näiden avulla. (Kanniai-  
nen 1997, 126.; Jensen 1997.)

Salaatilla käytetään ravinnekalvo- eli NFT-tekniikkaa (Nutrient Film Technique): paak-  
kutaimet asetetaan kaltevaan viljelykouruun, jonka pohjaa pitkin kierrätetään ravinne-  
liuosta. Salaatin juuret levittyvät kourun pohjalle. NFT-viljely säästää tilaa, ravinteiden  
annostelu on tarkempaa ja veden lämpötila on helpommin säädettävissä kuin kiinteän  
kasvualustan lämpötila. Sillä voidaan myös välttää joitakin kasvitauteja. (Morgan 1999.)

### 3.6.4 Muita kasvualustoja

Kasvihuoneviljelyssä käytetään kasvualustoina myös hiekkaa, soraa, kivivillaa, perliit-  
tiä, vermikuliittiä, sahanpurua ja kookoskuitua. Kivivilla on neutraalia ja steriiliä, kui-  
tumaista ainetta, jota käytetään paitsi rakennusten lämmöneristeenä, myös kasvatusalus-  
tana. 95 % kivivillasta on kiveä, loppuosa hartsia ja öljyä. (Paroc 2011.). Perliitti ja  
vermikuliitti valmistetaan vulkaanisesta kivistä ja niillä on erinomainen vedenpidätys-  
kyky. (Farmit.net 2011.)

### 3.6.5 Kasvualustan kosteus

Kasvualustan kosteutta voidaan seurata joko sormituntumalla kokeilemalla, punnitse-  
malla tai erilaisilla laitteilla.

Tensiometri on erityisesti turpeen kosteuden määrittämiseen soveltuva laite, joka näyt-  
tää, kuinka suurella voimalla vesi on sitoutunut kasvualustaan. Jotta tensiometriä voi-

daan käyttää, on tunnettava kasvualustan vedenpidätyskäyrä. Kivivillan kosteuden mittaukseseen käytetään vesitilamittaria. (Kanniainen 1997, 133.)

### 3.6.6 Puristeneste- ja kasvianalyysit

Säännöllisten raakavesi-, puristeneste- ja kasvianalyysien avulla lannoitus on tarkempaa, jolloin päästään suurempiin satoihin ja parempaan kannattavuuteen. Lannoituksen seuraaminen on myös ympäristön huomioimista. (Alainen.)

Puristenesteanalyysissä selvitetään kasvualustan johtokyky sekä pH tai alkaliteetti<sup>6</sup> Ravinteista tutkitaan nitraattityppi, ammoniumtyppi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium, rikki, kloridi, rauta, boori, kupari, mangaani, sinkki, molybdeeni, alumiini, natrium ja pii. Puristenestenäytteet kerätään samaan aikaan päivästä, saman ajan kuluttua kastelusta, ja turvealustan kosteuden tulee olla sama jokaisella näytteenottokerralla. Turpeesta näyte otetaan käsin, inaktiivisilta alustoilta ruiskulla. Näytteenottoaikat merkitään, jotta näytteet voitaisiin ottaa aina samoista paikoista. Osanäytteitä otetaan vähintään 10 kappaletta eri puolilta huonetta ja ne sekoitetaan yhteen. (Alainen.)

Kasvianalyysillä voidaan tarkentaa lannoitusta varsinkin salaattien ravinneliuosviljelyssä, sillä suljetussa kastelujärjestelmässä kaikki annetut ravinteet löytyvät analysoimalla salaatteja tai kiertävää ravinneliuosta. Mikään ravinne ei saa rikastua ravinneliuokseen, muuten salaateissa ilmenee ravinteiden puutos- ja myrkytysoireita. Tavallisin virhe on liiallinen kalkkisalpietarin käyttö lehdenreunapoltteen välttämiseksi. Lehtisalaatti ottaa kaliumia kaksinkertaisen määrän tyypeen verrattuna. Jos kaliumia on vähän, salaatin vanhimmat lehdet kellastuvat ja vanhenevat nopeasti. Kaliumin puute sekoitetaan usein kalsiumin puutteeseen. Viljelyturve on nykyisin niin hyvin kalkittua, että kalkkisalpietarin käyttömääriä voidaan pienentää. (Seppälä.)

E erityisen varovainen on oltava mangaanilannoituksen suhteen, koska salaattit ottavat mangaania helposti liikaa. Vaikka mangaanipitoisuus näyttäisi kiertävässä ravinneliuoksessa olevan lähellä nollaa, lehtianalyysin mukaan mangaania voi kertyä salaatteihin haitallisia määriä. Liiallisen tyyppen käytön seurauksena salaattien nitraattipitoisuus nousee puolestaan liian korkeaksi. (Seppälä.)

---

<sup>6</sup>

Veden alkaliteetti kuvaa veden kykyä vastustaa pH:n muutoksia. (Kymijoen vesi ja ympäristö ry.)

Tuoretta kasvimassaa kerätään kasvianalyysia varten vähintään 0,3 kg. Näytteeseen otetaan lehtiä vain yhdestä lajikkeesta, ja ne kerätään aina samaan aikaan päivästä. Jos kasvuston lehdistä näkyy puutosoireita, kerätään omat näytteet terveistä ja sairaista lehdistä. (Alainen.)

## 4 Taimikasvatus

Maassamme ei ole kasvihuoneviljelyyn käytettäviä siemeniä tuottavia yrityksiä, vaan siemenet tuodaan ulkomailta. Kasvin siemenessä on alkio ja vararavintoa. Siemenen irrotessa emokasvista siemen on tavallisesti kuiva ja sen elintoiminnot ovat hitaita. Kuivia siemeniä voidaan säilyttää kauan viileässä. Kosteaan kasvualustaan kylvetyn siemenen sisään pääsee vettä, mikä käynnistää sen elintoiminnot. Itääkseen siemen tarvitsee sopivan lämpötilan ja happea. Jotkut lajit tarvitsevat valoa itämiseen, toiset itävät vain pimeässä. (Koivunen 1997, 87.)

Kylvöalustan on oltava kosteuden säilyttävä, vettä läpäisevä ja ilmava eikä siinä saa olla kasvitauteja tai -tuholaisia. Turve sisältää pieneliöitä, jotka ehkäisevät sienitauteja. Kylvöalustaan voidaan sekoittaa kasvuturpeesta eristettyä *Streptomyces*-sädesientä tai *Gliocladium*-sienen rihmastoa ja itiöitä. Kylvöalustaksi soveltuu hiekansekainen, laimeasti lannoitettu kasvuturpe tai valmiit seokset. Ilmavuutta voidaan parantaa vermikulitilla, perliitillä tai pienirakeisella kevytsoralla. Alustan pH-arvon tulee olla neutraali, ja se kastellaan huolellisesti ennen kylvöä, jotta siemenet eivät liikkuisi kasteluvaiheessa. Kylvös pidetään tasaisen kosteana muovin, sumutuksen tai kastelurampin avulla. (Koivunen 1997, 89.)

Siemenet voidaan käsitellä kylvön helpottamiseksi ja kasvintuhoojien esiintymisen vähentämiseksi. Salaatin siemenet voidaan pilleröidä savella tai maasälvällä, johon voidaan lisätä kasvinsuojeluaineita. Pilleröinti tasoittaa taimettumista. Siemenet voidaan käsitellä myös lämpimällä vedellä (49-57 °C) tai höyryllä, mikä tuhoaa pieneliöitä. (Koivunen 1997, 91–92.)

## 4.1 Itäminen

Itämisen käynnistyminen edellyttää siemenen kostumista. Tähän vaikuttavat paitsi alustan kosteus myös lämpötila ja siemenen kuoren vedenläpäisykyky. Liian niukka veden-saanti hidastaa itämistä ja taimettuminen on epätasaista. Liiallinen kosteus taas aiheuttaa hapenpuutetta kylvöalustaan. Itseensä vettä imevät siemenet hengittävät ja hapentarve on suuri. Korkea hiilidioksidipitoisuus estää itämistä. (Koivunen 1997, 92-93.)

Siemenet voivat itää 1-40 °C:n lämpötilassa. Ihanteellinen itämlämpötila on laji- ja lajikekohtaista ja asettuu yleensä 20-30 °C:een välille. (Koivunen 1997, 93.)

Valon aallonpituus ja valojakso vaikuttavat siemenen lepotilaan ja itämiseen. Siemenet voivat olla valosta riippumattomia, pimeässä itäviä tai valoa itääkseen tarvitsevia. Valoherkkyys on suurinta vastakerätyillä, lepotilaisilla siemenillä ja katoaa useilla lajeilla varastoitaessa. (Koivunen 1997, 93.)

Taimettumiseen kuluu aikaa muutamasta päivästä kolmeen viikkoon. Ensimmäisten kasvulehtien muodostuttua taimet koulitaan venymisen ehkäisemiseksi. Koulimisen jälkeen taimien kasvuympäristön lämpötila saa olla itämlämpötilaa viileämpi. Taimet vaativat nyt myös enemmän valoa. (Koivunen 1997, 94.)

## 4.2. Heikon itämisen ja epätasaisen taimettumisen syitä

Siemenlisäys on epäonnistunut, jos itämlisprosentti on alhainen, itäminen on hidasta ja epätasaista, taimet kasvavat huonosti tai ovat epämuotoisia. Siemenestä johtuvia syitä voivat olla esimerkiksi:

- huonot olot kasvukaudella siementä tuotettaessa
- siemenen kehitys on jäänyt kesken
- siemen on vaurioitunut esim. korjuussa
- virheellinen varastointi (lämmin, kostea)
- vanhentuneet siemenet

- siemen on lepotilassa
- siemenessä on kasvitautien aiheuttajia.

Kylvötekniikasta johtuvia syitä voivat olla esimerkiksi:

- väärä kylvösyvyys
- siemenen peittäminen/peittämättä jättäminen kasvilajista riippuen
- liian kuiva tai kostea kasvualusta
- epätasainen kylvöalusta
- kylvöalustan liian voimakas lannoitus
- taudinaiheuttajat
- kylvöalustan tai -astioiden desinfioinnin laiminlyönti. (Koivunen 1997,

94-95.)

Kasvitauteja aiheuttavat sienet voivat pilata kylvön itämis-, taimettumis- tai viljelyvaiheessa. Taimipoltetta aiheuttavat *Pythium*-, *Phytophthora*- ja *Rhizoctonia*-sienet, jotka viihtyvät parhaiten kosteassa ja viileässä. Korkea lämpötila, hyvin läpäisevä ja salaojitettu kylvöalusta, tuuletus ja sopivan harva kylvö ovat parhaita taimipolteen vastustuskeinoja. (Koivunen 1997, 95.)

## 5 Kasvitaudit ja kasvinsuojelu

### 5.1 Yleisimmät kasvitaudit salaattilla

Salaattia vaivaavat home- ja sienitaudit sekä seitti- ja bakteerimädät ovat ongelmallisia niin kasvihuone- kuin avomaantuotannossakin. Kasvihuoneolosuhteissa näistä tavallisimpia ovat *Pythium*-sienet ja harmaahometartunnat.

#### 5.1.1 Harmaahome

Harmaahometta (*Botrytis cinerea*) esiintyy yleisesti sateisina syksyinä ja kosteissa olosuhteissa. Tauti tarttuu varsinkin heikkoihin tai kuolleisiin kasveihin. Tartunnan saaneiden kasvien pinnalle muodostuu harmaanruskeaa sienikasvustoa ja itiöitä. Kasvit muuttuvat valkoisiksi tai vaaleanharmaiksi ja kuivuvat. Myöhemmin niiden varsiin kasvaa sienien rihmastopakkoja. Harmaahomeen pakkat ovat litteitä ja tiukasti kiinni varren pinnassa. (Kasvinsuojeluseura.)

Harmaahomeen kemiallinen torjunta ei ole kannattavaa, mutta pakkahomeruiskutus vähentää jonkin verran harmaahometartunnan vaaraa. Harmaahome tartuttaa salaattia taimikasvatusvaiheessa, jolloin se näyttäytyy taimipoltteena tai jää piileväksi aiheuttaen myöhemmin tyven mätänemistä. Harmaahome kellastuttaa ja kuihduttaa lehtiä ja sato jää heikoksi. Taudin aiheuttaja säilyy kasvijätteissä ja leviää ilmaitse itiöinä. Se suosii kosteutta ja on siksi haitallinen tiheissä kasvustoissa. Harmaahometta torjutaan pitämällä kasvualustat puhtaina, välttämällä liikaa kosteutta ja lämmittämällä kasvihuoneita riittävästi. (Kasvinsuojeluseura.)

#### 5.1.2 Pakkahome

Pakkahome (*Sclerotinia sclerotiorum*) säilyy maassa pakkoina 3-4 vuotta. Se leviää kosteissa oloissa ja saastuttaa ensin kasvin alaosa. Salaatin pintaan ilmestyy homekasvus-



toa, johon tulee myöhemmin mustia pyöreitä pahkoja. Pahkahome vetistää myös taimien tyvet. (Kasvinsuojeluseura.)

Pahkahometta tavataan koko maassa, mutta tautiriski on suurin alueilla, joilla viljellään pahkahomeen isäntäkasveja. Näitä on yli 350, joista meillä merkittävimpiä ovat rypsi, porkkana, kaalikasvit, kurkkukasvit ja peruna. (Kasvinsuojeluseura.)

Tautioireet ilmaantuvat kasvustoon 3-4 viikkoa kukinnan jälkeen. Kasvien varsiin muodostuu aluksi vetisiä laikkuja. Taudin edetessä sairas versonosa muuttuu vaaleanharmaaksi, myöhemmin ruskeaksi. Johtosolukon tuhouduttua verson yläosa kuihtuu. Varsi muuttuu kuitumaiseksi ja sairaat kasvit katkeavat helposti. Taudinaiheuttajan tunnistaa varsimmin varren sisään muodostuvista 1-5 x 5-20 mm:n läpimittaisista mustista, pitkulaisista rihmastopahkoista. Märässä kasvustossa pahkoja voi muodostua myös varsien pinnoille. Pahkat muodostavat vaaleanruskean torvimaisen itiöemän, kotelomaljan, jossa tautia levittävät itiöt syntyvät. Kun itiöt ovat kypsiä, kotelomaljan laukaisumekanismi sinkoaa ne ilmaan. Tiheässä kasvustossa itiöt leviävät vain lähimpiin kasveihin, mutta avoimella paikalla muodostuneita itiöitä tuuli voi kuljettaa jopa kilometrejä. (Kasvinsuojeluseura.)

Pahkahomeen itiöt eivät pysty tartuttamaan vahingoittumatonta kasvia. Sen sijaan versojen haaroihin ja lehtihankoihin tarttuneet kukkien terälehdet ja kuolleet kasvinosat tarjoavat pahkahomeen itiöille hyvän kasvualustan. Kuolevista terälehdistä ottamansa energian avulla sienirihmasto tuottaa entsyymejä, jotka hajottavat elävien solujen soluseinää ja pahkahome tunkeutuu terveeseen kasviin, alkaa käyttää sen solukoita energialähteenään, ja tuottaa lopulta uusia pahkoja tappamansa kasvin varsissa. (Kasvinsuojeluseura.)

### **5.1.3 Seitti- ja bakteerimätä**

Seittimätä pilaa aluksi salaatin uloimpia lehtiä, jotka kellastuvat ja mätänevät. Sienirihmasto voi näkyä lehtien välissä. Taudinaiheuttaja säilyy maassa ja kasvijätteissä ja aiheuttaa eniten vahinkoa kosteissa oloissa. (Kasvinsuojeluseura.)

Pseudomonas-bakteerimätä säilyy salaatin siemenissä ja kasvialustassa, ja se leviää sadepisaroiden avulla salaatinlehdille. Ensimmäiset oireet näkyvät kerän sisällä, joka lopulta mätänee ja kuivuu paperimaiseksi. Päällimmäiset lehdet voivat säilyä pitkään terveinä. Bakteerimätä suosii lämmintä ja kosteaa. Kestävät lajikkeet ehkäisevät taudin leviämistä. (Kasvinsuojeluseura.)

#### **5.1.4 Pythium-sienet**

Pythium-suvun munasieniin (Oomycota) luettavat pieneliöt ovat vaikeita kasvitautien aiheuttajia. Tunnetuin kasvitauteja aiheuttava Pythium-loinen on perunarutto (*Phytophthora infestans*). (Suomen luontotieto 3 61, 275.)

Pythium-sienet aiheuttavat taimipoltetta ja juuristotauteja eri kasvilajeilla. Sieni infektoi kasveja juurten kautta ja säilyy kauan maassa kestoitiönä. Se leviää vesi- ja altakasteluviljelyssä parveilutiöiden avulla. Kasvit saavat Pythium-tartunnan helpoiten jo taimivaiheessa tai myöhemmin kasvukaudella stressitilanteessa, esimerkiksi satorasituksen tai liikakastelun yhteydessä. Oireet näkyvät esimerkiksi juurten ruskettumisena ja heikentymisenä, nestejännityksen heikkenemisenä ja kasvin nuutumisenä. Taimipoltetta aiheuttavat Pythium-sienet tuhoavat taimia jo itämisvaiheessa. Taimen tyvi muuttuu tummaksi ja vetiseksi ja kuivuu kokoon, jolloin taimi katkeaa ja kuihtuu. (Verdera.)

Pythium-sienten torjunnassa on saatu hyviä kokemuksia suomalaisesta viljelysmaasta eristetyllä *Gliocladium catenulatum* -sienellä. Kasvialustaan lisättynä *Gliocladium* asuttaa kasvien juuret ja estää tauteja aiheuttavia mikrobeja tarttumasta juuriin. Lisäksi se kasvattaa kasvialustassa rihmastoja, joka kiertyy tauteja aiheuttavien mikrobien ympärille (hyperparatismi) ja tuottaa entsyymejä, jotka tuhoavat tautimikrobeja. (Verdera.)

## **5.2. Kasvinsuojelu**

Kasvitaudeilla ja tuhoeliöillä on elinkierrossaan usein voimakkaasti sietokykyinen vaihe. Esimerkiksi sieni-itiöt voivat selvitä 24 tunnin ajan kuivassa, yli 90 asteen lämpötilassa ja virukset kasvinesteessä 90 asteen lämpötilassa ja jopa 150 °C kuivatuissa leh-

dissä. Useimmat kasvitautibakteerit kuolevat 55-60 °C:ssa, mutta esimerkiksi *Pythium*-sienet vasta 70 °C:ssa. (Lindqvist 1997, 213.)

Kasvitaudit ovat taudinaiheuttajien (patogeenien) aiheuttamia. Patogeenit voivat olla sieniä, viruksia, viroideja, mykoplasmoja (erittäin pieniä bakteereja) tai bakteereita. Ne tunkeutuvat kasvin solukoihin ja aiheuttavat tyypillisiä oireita. Taudinaiheuttajat voivat olla ehdottomia (obligatorisia) patogeenejä, jotka tarvitsevat elävän kasvin tai ehdollisia (fakultatiivisia) patogeenejä, jotka voivat elää myös kuolleessa kasvimateriaalissa lahonsyöjinä (saprofyytteinä). Ensin mainittuja ovat mm. härmä- ja ruostesienet, jälkimmäisiä harmaahome ja monet muut sienitaudit. (Lindqvist 1997, 221.)

Taudit voivat levitä kasvihuoneeseen saastuneiden siementen, pistokkaiden tai taimien välityksellä, kasvualustasta, kasteluvedestä, edellisen kasvukauden tai kasvuston jätteistä, työkaluista, jalkineista ja työvaatteista tai saastuneista kasvihuonerakenteista. Härmä ja jotkin muut taudinaiheuttajat sekä hyönteiset voivat tulla myös tuuletusluukkujen kautta. (Lindqvist 1997, 222.)

Fysikaaliset ja kemialliset tekijät voivat aiheuttaa kasvitautia muistuttavia oireita. Fysiogeenisiä aineenvaihduntahäiriöitä voivat aiheuttaa esimerkiksi ravinteiden puute tai yliannostus, kemialliset saasteet, torjunta-aineet sekä vääränlaiset lämpötila- ja kosteusolot. (Lindqvist 1997, 222.)

Kasvihuoneen desinfiointi, puhdas taimimateriaali, rikkakasvien poisto kasvihuoneesta, kasvintuhoojien ilmaantumisen seuranta ja torjuntaeliöiden käyttö ovat ennalta ehkäisevää kasvinsuojelua. Kasvihuoneen desinfiointimenetelmiä ovat vedellä ja kemiallisella puhdistusaineella pesu, lämpökaapit ja teollisuuspesukoneet. (Lindqvist 1997, 211-212.)

## 6 Toimeksiantaja

Viherkaste Oy:n puutarha viljelee Liperin Ylämyllyllä ruukkusalaatteja sekä persiljaa ja tilliä tukkumyyntiin. Yrityksen tärkeimmät asiakkaat ovat Kesko, Inex Partners ja Liperin Juurespakkaamo Oy. Keskon ja Inex Partnersin välityksellä tuotteet leviävät ympäri maata K- ja S-Marketien myymälöihin.

Salaatit ja yrtit viljellään kasvihuoneissa kasvatuskouruissa ravinneliuoksessa ilman kemiallisia torjunta-aineita. Tällä hetkellä kasvatetaan kolmea salaattilajiketta: lehtiruukkusalaattia, jääsalaattia ja tammenlehtiruukkusalaattia. Jääsalaattia pakataan myyntiin sekä ruukkuineen että ilman ruukkua ja irtolehtenä.

Viherkaste Oy:n omistavat Anja ja Erkki Nylund. He ostivat kasvihuoneet ja liiketoiminnan Kauppapuutarha Lappalainen Oy:ltä, joka toimi Ylämyllyllä vuodesta 1980 alkaen. Viherkaste Oy aloitti toimintansa 3.1.2007. Yrityksen kasvihuonepinta-ala on 7 350 m<sup>2</sup>. Viimeisin, 2 650 m<sup>2</sup>:n laajennus otettiin käyttöön loppuvuodesta 2008. (Viherkaste Oy 2011.) Yritys työllistää tällä hetkellä yrittäjäperheen lisäksi 12 henkilöä. (Nylund 2011.)

Viherkaste Oy sai Laatatut -merkin huhtikuussa 2007. Merkki on Kotimaiset Kasvikset ry:n, viljelijäjärjestöjen ja kaupan edustajien yhteistyössä luoma todistus puutarha-alan hyvien tuotantomenetelmien sääntöjen noudattamisesta. Laatatut-ohjeistuksella varmistetaan kotimaisten puutarhatuotteiden tuoteturvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä sekä alan kilpailukykyä. (Kotimaiset kasvikset 2011.)

Viherkasteen liikevaihto on noin 1,9 miljoonaa euroa vuodessa ja tuotantomäärät ruukkuina arviolta 3,8 miljoonaa kappaletta/vuosi. (Nylund 2011. 2.)

## 6.1 Jääsalaatin kasvatusta

Jääsalaatin kasvatusta tapahtuu uudessa laajennusosassa eli halleissa 1 ja 4. Jääsalaattia kerätään sekä leikattuna pussijääsalaattina että jääruukkuna ja irtolehtenä. Jääruukkusalaattia kasvatetaan yhdessä linjastossa, leikattavaa salaattia 7 linjastossa.

Taimikasvatuksessa käytetään styroxisia kennoja ja kertakäyttöisiä muoviruukkuja (kuva 1). Uudelleen käytettävät styroxkennot huuhdotaan ja valutetaan sekä kuumennetaan entiseen kylmiöön rakennetussa ”saunassa” 2 tuntia 68 asteessa. Saunotetut kennot siirretään lavalla kylvöhuoneeseen kylvökoneen lähelle. Kylvökoneeseen täytetään pilleröidyt siemenet, muoviruukut, kennot sekä kasvuturve, joka lannoitetaan Gliomix-lannoiteseoksella. Kylvöhuoneessa on kaksi kylvökonetta, joista vanhempaa käytetään lehti- ja tammenlehtisalaatin kylvöön, uudempaa jääsalaatille. Kylvökone asettaa ruukun kennoon, täyttää sen turveseoksella, asettaa siihen siemenen ja sumuttaa vedellä kosteaksi. Vanhempi kylvökone ei kastele kylvöksiä, vaan se tehdään käsin letkulla.

Pilleröidyt salaatin siemenet säilytetään pakkauksissaan kylmiössä. Lehti- ja tammenlehtisalaattikylvökset jäävät taimihuoneeseen taimipöydille aluksi muovin alle ja sitten koulittaviksi. Jääsalaattikennot pinotaan päällekkäin ja siirretään rullakoissa entiseen kylmiöön, joka toimii idätyskammiona. Ilmankosteuden ylläpitämiseksi idätyskammion lattiaa kastellaan säännöllisesti vedellä. Tavoitteena on noin 100 %:n ilmankosteus (Nylund 2011.). Kylvökset siirretään idätyskammioista noin kolmen vuorokauden kuluttua kasvihuoneen puolelle ensin kennoissa taimipöydille ja 12-14 päivän kuluttua kourutettaviksi kasvatustinjastoon ravinneliuosviljelyyn. Linjastossa jääsalaatti kasvaa 18-21 vuorokautta ennen keruuta. (Nylund 2011.)

## 6.2 Kasvihuoneen säätöjärjestelmä ja olosuhteet

Viherkaste Oy:n puutarhalla on käytössä kotimainen Itumic Green Automation - kasvihuoneiden säätöjärjestelmä. Kaikki kasvihuoneen vaatimat säädöt onnistuvat tietokoneen kautta ja mittaustiedot, kuten lämpötila, valoisuus ja hiilidioksidipitoisuus, tal-

lentuvat muistiin. Lannoituksesta huolehtii Itu Mix Station -lannoitekeskus. Lannoitteina käytetään mm. typpihappoa, Superex-lannoitetta, kalkkisalpietaria ja Mg-nitraattia. (Nylund, E. 2011.)

Kasvihuoneen tavoiteltu ilmankosteus on noin 72-75 %. Sumutinjärjestelmänä käytetään Priva Hygrofan -ilmankostutusjärjestelmää, joka huolehtii myös ilmankierrosta ja jäähtytyksestä. Valotukseen käytetään suurpainenatriumlamppuja, joiden teho on linjastoissa 100 W/m<sup>2</sup> ja taimipöydillä 120 W/m<sup>2</sup>. Hiilidioksidia saadaan nestekaasusta. Sen pitoisuus on talvella noin 800 ppm ja keväällä noin 500 ppm. Kasvihuone lämmitetään omalla lämpölaitoksella, jossa poltetaan haketta. (Nylund 2011.)

### 6.3 Näytteet

Lannoitussuosituksen tarkistamiseksi ja kasteluveden laadun varmistamiseksi linjastoista kerätään säännöllisesti näytteet, jotka lähetetään analysoitaviksi kasvilaboratorioon. Näytteet otetaan kasteluvedestä, kasvinäytteistä ja juuripaakkujen puristenesteestä. Raakavesi on ollut puutarhalla puhdasta; se otetaan omasta kaivosta. Puristenestenäytteissä johtokyky, happamuus ja hivenainepitoisuudet ovat olleet erinomaisia. Sen sijaan 1. huoneessa on puristenestenäytteissä ollut viime aikoina liikaa rikkiä, rautaa, booria ja fosforia. Toisissa huoneissa ongelmaa ei ole ollut.

Varsinaisia kasvitauteja puutarhalla ei ole suuressa määrin tavattu. Eniten ongelmia on aiheuttanut keväisin katosta lehdille putoava kylmä kondenssivesi, joka aiheuttaa salaattikeriin sisämustaa.

## 7 Koejärjestelyt

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää jääsalaatin kasvatuksessa idätys- ja taimivaiheessa ilmenneiden ongelmien syitä sekä taimettumisen ja taimien kasvun epätasaisuutta. Tutkimus toteutettiin Viherkaste Oy:n puutarhalla tammi-maaliskuussa 2011.

Taimikasvatusvaiheen hävikki on merkittävä kuluerä kasvihuonetuotannossa. Siementen ohella hukkaantuu tarpeettomasti niin muoviruukkuja, turvetta, lannoitetta kuin työaikaakin. Lisäksi tyhjä potit ja heikkokuntoiset taimet vievät kasvatustilaa terveiltä taimilta ja heikentävät kasvuympäristön pienilmastoa.

Menetelmänä tutkimuksessa käytettiin kasvatuskokeita. Koneellisesti kylvetyt taimikennot idätettiin kolmessa ryhmässä: 1) idätyskammiossa (yrityksen normaali käytäntö), 2) idätyskammiossa muovin alla ja 3) kasvihuoneessa. Ryhmien itämis- ja kasvunopeutta tarkasteltiin päivittäin aistinvaraisesti havainnoiden. Koe toistettiin 3 kertaa.

Yhdessä taimikennossa oli 54 pottia. Osa poteista kylvettiin yhdellä pillerillä (leikattu jääsalaatti), osa kahdella pillerillä (ruukkujääsalaatti). Ruukkujääsalaattia kasvatetaan yhdessä linjastossa, leikattua jääsalaattia 7 linjastossa. Joihinkin potteihin kylvökone antoi useamman pillerin. Tavoitteena oli, että koekennoissa oli 54 tai 108 pilleriä. (liite 1; kuvat 1 ja 2.)

Seuraavaksi vertailtiin eri linjastoissa kasvavien taimien kasvua ja hävikkiä laskemalla säännöllisesti tyhjien pottien ja kuolleiden taimien määrä tutkittavista kennoista. Kennot merkittiin, jotta niiden seuraaminen onnistui niiden siirtyessä eteenpäin taimipöydällä.

Tutkimuksen edetessä ja hypoteesin hahmottuessa toiseksi tutkimusmenetelmäksi tuli pottien punnitseminen. Poteista mitattiin ensin kuivapaino, sitten kylvökoneen suorittaman kastelun jälkeinen paino ja lopuksi linjastossa olevien pottien painot.

## 7.1 Kasvatuskoe 1

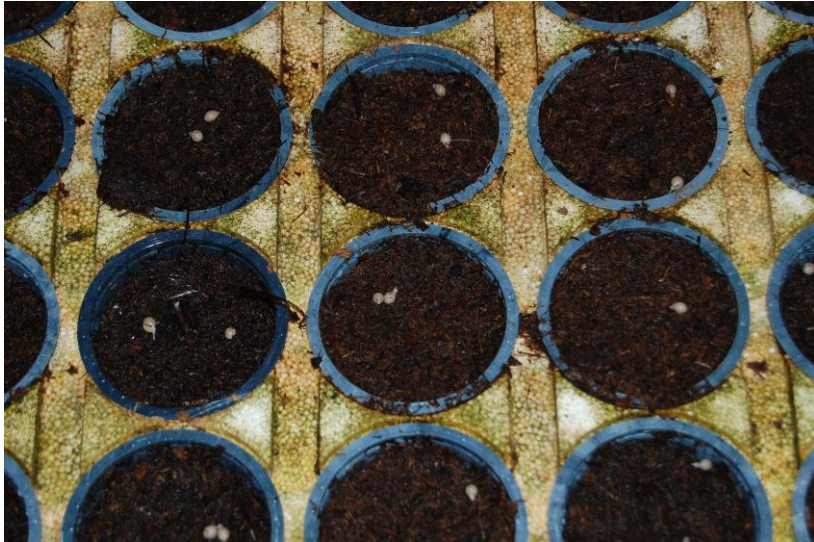
Ensimmäinen kasvatuskoe toteutettiin 24.1.2011. Kylvökoneella kylvetyistä kennoista laskettiin kylvettyjen pillereiden määrä ja kennot merkittiin. Koekennoista kaksi idätettiin normaalisti idätyskammiossa rullakoissa (a ja b; ks. liite 1.) ja kaksi idätyskammiossa muovin alla (c ja d). Yksi koekenno (e) siirrettiin välittömästi kasvihuoneeseen (huone 4). Idätyskammion lämpötila oli siirtohetkellä 13 °C ja arvioitu ilmankosteus 100 % (Nylund 2011.). Idätyskammiossa oli pimeää. Kasvihuoneessa lämpötila oli 19,7 °C ja ilmankosteus 75 %. Aurinko paistoi voimakkaasti. Idätettäviä pillereitä ei kasteltu, kuten niitä ei tavallisestikaan kastella.

Lämpö, kosteus ja valo toimivat kokeen muuttujina. Kasvualusta (turve) ja siemen pysivät vakioina, samoin kylvötapa.

Osa kylvetyistä kennoista vaikutti ensisilmäyksellä tyhjiltä, mutta niistäkin löytyi pilleri. Kylvösyvyys vaihteli jonkin verran. Tämä voi vaikuttaa itämisnopeuden vaihteluihin. 26.1. itäneet siemenet laskettiin ensimmäisen kerran (kuva 1 ja 2). Idätyskammiossa tavalliseen tapaan idätetyistä siemenistä oli kennossa a itänyt 67 % ja kennossa b 68 %. Muovin alla idätetyistä siemenistä oli itänyt kennossa c 67 % ja kennossa d 83 %. Kasvihuoneessa olevassa kennossa e olivat itäneet kaikki siemenet (100 %).

Kasvatuskokeen kennot siirrettiin kasvihuoneeseen taimipöydille (huone 4) 27.1. Tässä vaiheessa siemenistä olivat itäneet lähes kaikki; kennossa a oli yksi tyhjä potti, samoin kennossa d. Kennon e idut vihersivät.





Kuva 1. Taimet alkukasvatetaan styroxkennoissa.



Kuva 2. Jääsalaatin siemen on itänyt.

Tämän jälkeen koetaimien kasvua seurattiin taimipöydillä ja taimet laskettiin muutaman päivän välein. Kasvihuoneessa idätetyt taimet kasvoivat alussa nopeammin, mutta kokoero idätyskammiosta tuotuihin taimiin tasoittui noin viikon kuluessa. 9.2. suoritettussa laskennassa havaittiin a-kennossa 101 taimea, ja kuolleita oli 6 kpl. B-kennossa taimia oli 53 kpl, hävikkiä 3 taimea. Kennossa c 109:stä taimesta oli elossa 106 ja kennossa d 53 taimesta oli jäljellä 51. Kasvihuoneessa idätetyistä taimista (e) oli kuollut 1 kpl. Tämän jälkeen taimimäärissä ei enää tapahtunut muutoksia ennen linjastoon kouruttamista.

## 7.2 Kasvatuskoe 2

Toinen kasvatuskoe suoritettiin sekä normaalisti käytetyillä Frillice-lajikkeen siemenillä että koelajikkeen siemenillä. Kylvökone oli kylvänyt tämän koeryhmän siemenistä osan niin syvälle turpeeseen, että pottikohtaisten pillerimäärien laskeminen ei onnistunut heti kylvön jälkeen (liite 1.).

Koelajikkeen siemenet kylvettiin 29.1. Kahden vuorokauden kuluttua niistä oli itänyt 32 (a) ja 20 (b) kappaletta. 4.2. a-kennossa oli 54 ja b-kennossa 53 tainta. Taimimäärät olivat 9.2. laskennassa ennallaan.

Ryhmiin c, d ja e kylvöt tehtiin 31.1. Kennot c ja d siirrettiin idätyskammioon muovin alle. Lämpötila oli 14 °C. E-kenno idätettiin kasvihuoneessa (huone 1), jossa lämpötila oli 19,7 °C ja sää aurinkoinen.

31.1. kylvetyn koe-erän kennot pääsivät kasvihuoneeseen taimipöydän tungoksen vuoksi vasta 4.2. Tähän mennessä e-kennon salaatit olivat jo taimettuneet yhtä lukuun ottamatta, mutta niiden kasvualusta oli hyvin kuiva. C- ja d-kennojen pillereistä olivat itäneet kaikki.

Koeryhmän 2 taimista ei tullut hävikkiä ennen linjastoon kouruttamista (kuva 3).



Kuva 3. 29.1. kylvetyn koe-erän kennossa a on 9 päivän ikäisiä taimia (7.2.).

### 7.3 Kasvatuskoe 3

Kolmas kasvatuskoe toteutettiin 28.2. (liite 1). Kennot a ja b siirrettiin rullakoihin idätyskammioon, kennot c ja d peitettiin muovilla ja kenno e idätettiin kasvihuoneessa (huone 1). Kasvihuoneessa lämpötila oli 20,1 °C, idätyskammiossa 13 °C.

Kennot siirrettiin kasvihuoneeseen 2.3. (huone 1). Kennojen a ja b siemenistä kaikki olivat itäneet, c-kennossa oli yksi itämätön siemen ja kennossa d 6 itämätöntä siementä. Kasvihuoneessa itäneessä kennossa (e) olivat yhtä siementä lukuun ottamatta itäneet kaikki.

10.3. suoritetussa laskennassa koeryhmän taimien tilanne oli seuraavanlainen: a) yksi kuollut taimi, b) kaikki taimet elossa, c) 18 kuollutta taimea, d) kaikki taimet elossa ja e) yksi taimi kuollut. Kennoissa a ja c oli erittäin märkiä potteja. Kenno e oli liian kuiva.

## 7.4 Pottien punnitseminen

Kasvatuskokeiden yhteydessä havaittiin merkittäviä eroja pottien kosteudessa. Taimipöytien kastelusta huolehtii kasteluramppi, joka kulkee pöytien yli ja sumuttaa vettä asetetun ajan kuluttua. Asetukseksi oli määritelty kastelu 4 tunnin välein.

Taimipöydältä valikoitiin punnitukseen potteja satunnaisesti. Punnitukseen otettiin ainoastaan täysiä potteja, ts. sellaisia, joissa oli silmämääräisesti arvioiden sama määrä turvetta. Punnitusten tulokset on esitetty taulukoissa 4 ja 5 ja kuvioissa 1–3.

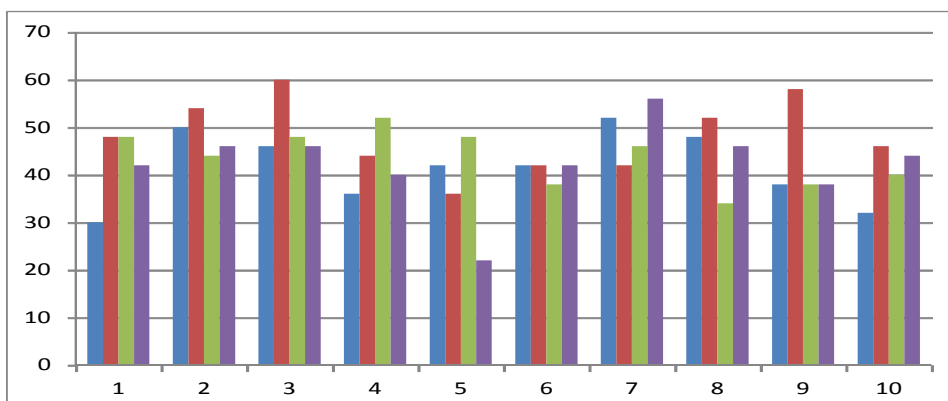
Punnituksessa käytettiin Soehnle-merkkistä tarkkuusvaakaa, jonka tarkkuus oli noin  $\pm 2$  g. Punnituksessa ei pyritty suureen tarkkuuteen vaan ainoastaan selvittämään pottien painoeroja.

Taulukko 4. Pottien painot (g). Summittainen otanta 5 vrk:n ikäisistä taimipoteista, huone 1

Linjasto	g									
1	30	50	46	36	42	42	52	48	38	32
2	48	54	60	44	36	42	42	52	58	46
3	48	44	48	52	48	38	46	34	38	40
4	42	46	46	40	22	42	56	46	38	44

Kuvio 1. 5 vrk:n ikäisten taimipottien painonvaihtelu huoneessa 1.

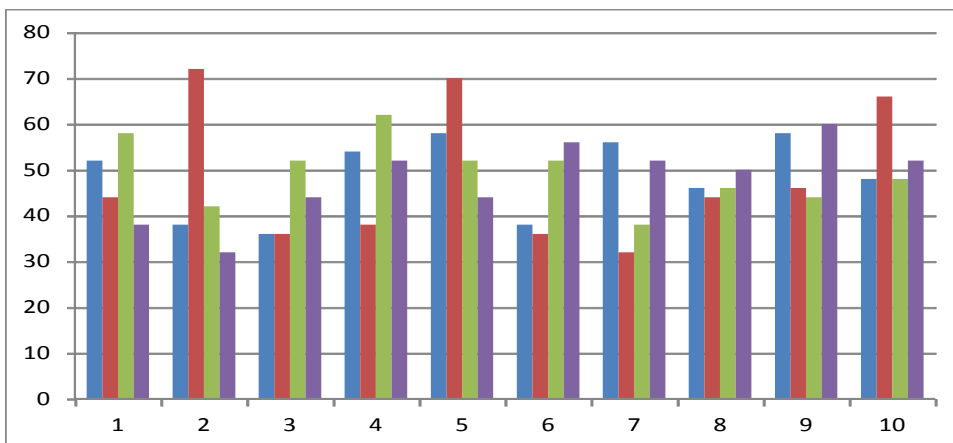
(10 punnituskertaa (x-akseli). Painot näkyvät y-akselilla ja värit kuvaavat 4 linjastoa.)



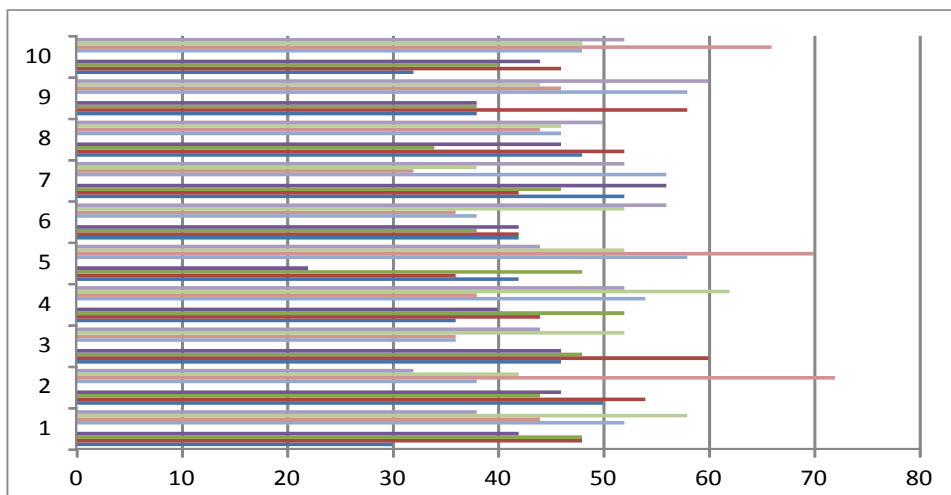
Taulukko 5. Pottien painot (g). Summittainen otanta 5 vrk:n ikäisistä taimipoteista, huone 4

Linjasto	g									
1	52	38	36	54	58	38	56	46	58	48
2	44	72	36	38	70	36	32	44	46	66
3	58	42	52	62	52	52	38	46	44	48
4	38	32	44	52	44	56	52	50	60	52

Kuvio 2. 5 vrk:n ikäisten taimipottien painonvaihtelu huoneessa 4. (10 punnituskertaa (x-akseli). Painot näkyvät y-akselilla ja värit kuvaavat 4 linjastoa.)



Kuvio 3. Molempien huoneiden 5 vrk:n ikäisten taimipottien painohajonnat. Punnituskerrat näkyvät y-akselilla, painot x-akselilla.



Taimipottien painonvaihtelu samanikäisillä ja -kokoisilla taimilla oli suurta, vaikka turvemäärä ruukussa oli sama. Pottien painot vaihtelivat 22 grammasta 72 grammaan, keskipainon ollessa noin 46 grammaa ja keskihajonnan 9 g.

Seuraavaksi punnittiin kylvökoneen täyttämiä turveruukkuja. Säkkikostea turve painoi punnituksissa ruukkuineen 20-22 g. Koneellisen kylvön ja kastelun jälkeen painot vaihtelivat 26-34 g:n välillä, keskiarvon ollessa 30 g.

Koska 5 vuorokauden ikäinen taimi juurineen oli niin pieni, ettei käytettävissä oleva vaaka kyennyt näyttämään sen painoa, muutokset ruukkujen painossa johtuivat siis suurimmaksi osaksi kastelusta. Taimipöydillä osa taimikannoista oli osittain kuivia ja toiset kannot niin märkiä, että paakusta valui puristamalla runsaasti vettä. Kasteluveden pH:ksi mitattiin ilman typpihappoa 6,5 (3.3.2011.).

## 8 Kasvatuskokeen tulokset

Ensimmäisessä kasvatuskokeessa siementen itävyysprosentti oli 99,5. Taimien eloonjäämisprosentti oli 96 ja taimikuolleisuus 4 % (taulukko 6).

Taulukko 6. Kasvatuskoe 1. Kylvettyjen siementen lukumäärät, itämättömät siemenet ja kuolleet taimet.

Koe-erä	Kylvetyt siemenet	Itämättömät siemenet	Kuolleet taimet
a	107	1	6
b	56		3
c	109		3
d	54	1	2
e	53		1

Toisessa kasvatuskokeessa (taulukko 7) kylvökone kylvi siemenet niin syväälle turpeeseen, että kylvömäärien laskeminen ei ollut mahdollista kylvöstä vioittamatta. Tässä kokeessa oletettiin, että kone olisi kylvänyt yhden pillerin jokaiseen pottiin eli yhteensä 54 siementä. Siementen itävyysprosentti oli 99,3. Taimien eloonjäämisprosentti oli 100.

Taulukko 7. Kasvatuskoe 2. Kylvettyjen siementen lukumäärät, itämättömät siemenet ja kuolleet taimet.

Koe-erä	Kylvetyt siemenet	Itämättömät siemenet	Kuolleet taimet
a	54		
b	54	1	
c	54		
d	54		
e	54	1	

Kolmannessa kasvatuskokeessa siementen itävyys oli 97 %. Taimikuolleisuus oli 7,6 % ja eloonjäämisprosentti 92,4 % (taulukko 8).

Taulukko 8. Kasvatuskoe 3. Kylvettyjen siementen lukumäärät, itämättömät siemenet ja kuolleet taimet.

Koe-erä	Kylvetyt siemenet	Itämättömät siemenet	Kuolleet taimet
a	54		1
b	54		
c	54	1	18
d	50	6	
e	53	1	1

Koe-erien hajonta oli suuri.



## 9 Pohdinta

Kennotaimien hävikki aiheuttaa puutarhoilla merkittävän kuluerän. Tyhjiksi jäävien pottien ja kuolevien taimien hoitamiseen kuluu turhaa työaika, hukkaantuu siemeniä, muoviruukkuja, turvetta ja lannoiteseosta. Lisäksi tyhjät potit vievät kasvutilaa terveiltä taimilta ja muuttavat kasvihuoneen pienilmasto.

Kevättalvella kasvatuskouruihin kourutettavien taimien joukossa oli runsaasti elinkelvottomia ja kitukasvuisia salaatinalkuja. Joissakin linjastoissa roskeen joutui kerralla kymmeniä kennoja.

Kasvatuskokeissa ei löydetty tautia, joka aiheuttaisi taimien kuoleman. Kasvatusolosuhteet olivat edulliset. Samaan turpeeseen ja samalla lannoiteseoksella kasvatettavilla lehtisalaateilla ei esiintynyt puutarhalla vastaavanlaisia joukkokuolemia kuin jääsalaatilla. Tämän vuoksi on vaikea olettaa vikaa löytyvän kasvualustasta. Sen sijaan kastelujärjestelmän toimivuudessa jääsalaattitaimipöydillä oli selviä puutteita. Jotkin suuttimista olivat ilmeisesti tukossa, koska osa taimista ei saanut lainkaan vettä. Toisaalta kastelu oli säädetty tapahtumaan turhan taajaan. Hyvin vettä pidättävänä kasvualustana turpeen kastelutiheydeksi saattaisi ainakin talvisaikaan pikkutaimilla riittää kerran vuorokaudessa.

Oletusta epätasaisesta kastelusta tuki punnituskoe, jossa todettiin pottien suuri painonvaihtelu ja painon nopea muuttuminen kennojen siirryttyä taimipöydille. Kasvualustan liiallinen kosteus aiheuttaa taimien juurille hapenpuutetta, mikä hidastaa ja heikentää kasvua ja saattaa tukehduttaa koko kasvin.

Kasvatuskokeissa lämpimässä kasvihuoneessa kuivemmissä olosuhteissa itäneet siemenet taimettuivat nopeammin ja tasaisemmin kuin viileässä ja kosteassa idätyskammiossa. Tämän vuoksi voisi olettaa, että siirto idätyskammioon on työvaiheena turha. Lisäksi sienet ja monet taudinaiheuttajat viihtyvät paremmin viileissä ja kosteissa olosuhteissa.

Toisaalta kennojen tuomin suoraan kasvihuoneeseen pahentaisi ajoittaista ruuhkaa taimipöydillä.

Osaltaan taimettumisnopeuteen vaikutti kylvösyvyys, joka vaihteli jonkin verran koneellisessa kylvössä. Koelajikkeen ja Frillicen taimettumis- ja kasvunopeuksissa ei havaittu silmämääräisesti eroa.

Toimenpidesuosituksiksi puutarhalle ehdotetaan kastelujärjestelmän toiminnan tarkempaa seuraamista tukosten havaitsemiseksi, sekä suuttimien säännöllistä puhdistamista ja huoltoa. Näin vältetään kokonaisten taimirivistöjen kuivuminen. Kastelutiheyttä tulee harventaa huomattavasti. Oikea tiheys löytyy kokeilemalla. Vähävaloisana aikana saattaa riittää 1-2 kastelukertaa vuorokaudessa.

## Lähteet

- AGA. Hiilidioksidilannoitus.  
[http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol\\_co\\_2\\_fertil](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol_co_2_fertil). 18.9.2011.
- Alainen, T. Raakavesi-, puristeneste- ja kasvianalyysit kasvihuoneviljelyssä. Viljavuuspalvelu. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvihuoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/raakavesi-purist>. 15.10.2011.
- Farmit.net. Kasvin ravinteiden otto maasta.  
<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteiden-merkitys-ja-otto/ravinteiden-otto>. 1.10.2011. Kasvualusta.  
<http://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvihuoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/kasvualusta>. 26.10.2011.
- Hyytiäinen, T. & Hiltunen, S. 1991. Kasvintuotanto 1. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Jaakkonen, A-K. & Vuollet, A. 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvutekijät ja kasvu. Helsinki: Opetushallitus.
- Jensen, M. H. 1997. Hydroponics. Hortscience, vol.32 (6), lokakuu 1997.  
<http://ag.arizona.edu/pls/faculty/MERLE.html>. 1.10.2011.
- Kanniainen, T. 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvualustat ja kasteluvesi, Kasvinravinteet ja lannoitus. Helsinki: Opetushallitus.
- Kauppapuutarhaliitto ry. <http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/> 15.9.2011.
- Kasvinsuojeluseura ry. Kasvintuhoojatietokanta. <http://www.kasvinsuojeluseura.fi/>. 4.10.2011.
- Koivunen, T. (toim.), 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvihuonetuotanto Suomessa, Lisäysmenetelmät, Kasvunohjauksen ja säätö. Helsinki: Opetushallitus.
- Kotimaiset kasvikset. Laaturaha-ohjeisto. <http://www.kasvikset.fi/>. 29.6.2011.
- Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Mitä vesianalyysitulokset kertovat?  
<http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/vesianalyysit.html>. 26.10.2011.
- Lindqvist, I. 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvinsuojelu. Helsinki: Opetushallitus.
- Morgan, L. 1999. Nutrient Film Technique (NFT) Production of Lettuce.  
[http://www.cropping.com/NFT\\_lettuce1.shtml](http://www.cropping.com/NFT_lettuce1.shtml). 1.10.2011.
- Nylund, A. 2011. Perehdytys- ja toimintamanuaali.
- Nylund, A. Suullinen tiedonanto 10.1. ja 21.1.2011; sähköpostiviestit 28.9. ja 2.10.2011.
- Nylund, E. Suullinen tiedonanto 29.3.2011.
- Paroc 2011.  
[http://www.paroc.com/spps/Finland/BI\\_attachments/PAROC\\_kivivillaesite\\_www.pdf](http://www.paroc.com/spps/Finland/BI_attachments/PAROC_kivivillaesite_www.pdf). 26.10.2011.
- Partanen, J. Kasvihuonetuotannon yleiset edellytykset. 1994. Helsinki: Opetushallitus.
- Suomen luontotieto 2-4. 2006. Helsinki: Weilin+Göös.
- Seppälä, J. Viljelmäkohtaisen lannoituksen tarkentaminen kasvianalyyseillä. Tuusula: Kekkilä Oyj.  
<http://www.kekkila.fi/ammattilaiset/ammattiviljelijä/ohjeet/asiantuntija-artikkelit/viljelmaekohtaisen-lannoituksen-tarkentaminen-kasvianalyyseilla>. 15.10.2011.

Tilastokeskus. Puutarhatilastot 1984 – 2010. <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/20>.  
23.10.2011.

Verdera. Ammattiviljely. Pythium-sienet kasvitautien aiheuttajina.; Gliocladium ca  
tenulatum J1446-sieni kasvitautien torjunnassa. <http://www.verdera.fi>.  
4.10.2011.

Viherkaste Oy. <http://www.viherkaste.fi/index.htm>. 8.10.2011.

Öljyalan Keskusliitto. <http://www.oil.fi/>. 17.9.2011.

## Kylvökoe 1

- a) 2 pilleriä, huone 4, idätyskammio, yht. 107 pilleriä  
(1 x 3 pilleriä, 2 x 1 pilleri, 51 x 2 pilleriä)
- b) 1 pilleri, huone 4, idätyskammio, yht. 56 pilleriä  
(1 x 3 pilleriä, 1 x 0 pilleriä, 53 x 1 pilleriä)
- c) 2 pilleriä, huone 4, idätyskammio, muovin alla, yht. 109 pilleriä  
(1 x 3 pilleriä, 53 x 2 pilleriä)
- d) 1 pilleri, huone 4, idätyskammio, muovin alla, yht. 54 pilleriä  
(54 x 1 pilleri)
- e) 1 pilleri, huone 4, kasvihuone, yht. 53 pilleriä  
(53 x 1 pilleri ja 1 x 0 pilleriä)

## Kylvökoe 2

Kylvökone oli kylvänyt osan pillereistä niin syväälle, että pottien pillerimääriä oli mahdotonta laskea luotettavasti heti kylvön jälkeen kylvöstä vioittamatta.

- a) Koejääsalaattilajike, 1 pilleri, huone 1, idätyskammio
- b) Koejääsalaattilajike, 1 pilleri, huone 1, idätyskammio
- c) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, muovin alla
- d) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, muovin alla
- e) 1 pilleri, huone 1, kasvihuone

## Kylvökoe 3

- a) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, yht. 54 pilleriä  
(54 x 1 pilleri)
- b) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, yht. 54 pilleriä  
(54 x 1 pilleri)
- c) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, muovin alla, yht. 54 pilleriä  
(54 x 1 pilleri)
- d) 1 pilleri, huone 1, idätyskammio, muovin alla, yht. 50 pilleriä  
(1 x 2 pilleriä, 5 x 0 pilleriä, 48 x 1 pilleri)
- e) 1 pilleri, huone 1, kasvihuone, yht. 53 pilleriä  
(53 x 1 pilleri, 1 x 0 pilleriä)