
**EPÄORGAANISEN LANNOITTEEN KORVAAMINEN
ORGAANISELLA LANNOITTEELLA
ASTIATAIMITUOTANNOSSA**

*Astiataimikoe ryhmäsamettikukalla (*Tagetes patula*)*



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2016

Jenni Hämäläinen

LEPAA

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Kasvihuone- ja taimitarhatuotannon hallinta

Tekijä

Jenni Hämäläinen

Vuosi 2016

Työn nimi

Epäorgaanisen lannoitteen korvaaminen orgaanisella lannoitteella astiataimituotannossa – astiataimikoe ryhmäsamettikukalla (*Tagetes patula*)

TIIVISTELMÄ

Euroopan komissio esitti maaliskuussa 2016 ehdotuksensa uudesta asetuksesta, joka koskee orgaanisten ja jättepohjaisten lannoitteiden käyttöä. Asetus helpottaisi orgaanisten lannoitteiden kehitystyötä, valmistusta ja niiden laajempaa käyttöä.

Työn tilaajana oli suomalainen kasvualustoja valmistava yritys. Tilaajan tavoitteena oli tuoda markkinoille uusi orgaanisesti lannoitettu kasvualustatuote. Uuden tuotteen tuominen markkinoille ja tuotteen kehitystyö edellyttävät kasvualustaseosten testaamista kenttäolosuhteissa. Testattavat kasvualustaseokset olivat turvepohjaisia peruslannoitettuja ja kalkittuja. Astiataimikokeessa erilaisia kasvualustaseoksia oli yhteensä 6. Seoksista neljä oli peruslannoitettu erilaisilla orgaanisilla lannoitteilla ja yksi epäorgaanisella lannoitteella. Kontrollina oli kalkittu, lannoittamaton kasvualustaseos.

Koekasvina kokeessa oli ryhmäsamettikukka. Kokeessa mitattiin ja havainnoitiin kukintaa, juuristoja, kuivapainoja, kasvualustan johtokykyä ja vesitilavuutta sekä kasvitauteja ja tuholaisia. Kokeen aikaiset keskilämpötilat ja sademäärät saatiin Lepaan sääaseman mittauksista.

Juuristojen määrässä ja sijoittumisessa sekä kuivapainoissa saatiin korkeimmat keskiarvot käsittelyllä 5, joka oli epäorgaanisesti lannoitettu. Juuristojen kunnossa ja sijoittumisessa sekä kuivapainoissa toiseksi korkeimmat keskiarvot saatiin käsittelyllä 3, joka oli orgaanisesti lannoitettu. Käsittelyn 3 kasvualustaseosta voitaisiin kokeen tulosten perusteella suosittelulla kuluttaja- sekä ammattikäyttöön ryhmäkasveilla, joiden ravinnevaatimukset ovat samanlaiset kuin ryhmäsamettikukalla. Ammattikäytössä kasvualustaseoksen käyttökohteita voisivat olla julkisten alueiden ryhmäkasvi-istutukset ja ryhmäkasvien viljelyssä amppelikasvit, joilla usein käytetään pitkävaikutteisia lannoitteita.

Avainsanat Astiataimikoe, epäorgaaninen, kasvualustaseos, orgaaninen, peruslannoitus

Sivut 31 s. + liitteet 3 s.

LEPAA

Degree Programme in Horticulture

Author	Jenni Hämäläinen	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	Replacing an Inorganic Fertilizer with an Organic Fertilizer in Container Plant Production – Experiment on the Container Grown <i>Tagetes patula</i> .	

ABSTRACT

The European Commission presented its proposal for a new regulation regarding the use of organic and waste-based fertilizers in March 2016. The new regulation could facilitate product development, production and wider use of organic fertilizers.

This thesis was commissioned by a Finnish growth media supplier. The commissioner's aim was to bring a new organically fertilized growth medium to the market. To bring new products to the market and developing them, it is provided to test the growing media in the field conditions. The media mixes under test were peat-based, limed and with a basic fertilization. The container experiment included 6 different kind of media mixes. 4 of the mixes were organically fertilized and 1 was inorganically fertilized. The control-mix was a limed but not fertilized media mix.

The test plant in the experiment was the French marigold (*Tagetes patula*). Flowering, roots, dry weights, pests and diseases were measured and observed. Also, the electrical conductivity and the water content of the medium were measured. The data of average temperatures and rainfall during the experiment was gathered from the weather station in HAMK Lepaa.

The highest mean values in roots' amount and composition and in dry weights were on the treatment number 5 which was inorganically fertilized. The second highest mean values in roots and in dry weights were on the treatment number 3 which was organically fertilized. Based on the results, the treatment number 3 could be recommended for the use of consumers and for professional use. Media mix should be used with annual bedding plants which have the same requirements for nutrition as French marigold has.

In professional use, the media mix could be used on container-grown annual bedding plants in public areas. In commercial annual plant production the media mix could be used on hanging pots and containers which are usually fertilized with slow-release fertilizers.

Keywords Basic-fertilization, container experiment, inorganic, media mix, organic

Pages 31 p. + appendices 3 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TURVEPOHJAISET KASVUALUSTASEOKSET.....	2
2.1	Kasvuturpeet.....	2
2.2	Ryhmäkasvien kasvualustat	2
2.3	Kasvualustaseosten komponentit	3
2.3.1	Kivennäisaineet.....	3
2.3.2	Eloperäiset ainekset.....	4
2.3.3	Peruslannoitteet	4
2.3.4	Kalkitusaineet	6
2.4	Hyvän kasvualustan ominaisuudet	6
3	RYHMÄKASVIT JA RYHMÄSAMETTİKUKKA	7
3.1	Ryhmäkasvit.....	7
3.2	Ryhmäsamettikukka	8
3.3	Ryhmäsamettikukan kastelu ja lannoitus	8
3.4	Ryhmäsamettikukan kasvintuhoojat ja fysiologiset häiriöt	9
4	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	10
4.1	Astiataimikokeen tavoitteet.....	10
4.2	Koemenetelmä – latinalainen neliö	10
4.3	Aikataulu ja kokeen toteutus	12
4.4	Kasvualustamittaukset.....	13
4.5	Kasvustomittaukset ja -havainnot	13
4.5.1	Kukintojen lukumäärät	13
4.5.2	Juuriston määrä ja sijoittuminen.....	14
4.5.3	Kuivapaino	14
4.6	Muut havainnot ja mittaukset.....	14
4.7	Kasvustojen valokuvaus.....	14
4.8	Kokeen hoitotyöt	15
5	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	16
5.1	Kasvualustamittaukset.....	16
5.1.1	Vesitilavuus	16
5.1.2	Johtokyky	17
5.2	Kasvustomittaukset	18
5.2.1	Kukintojen lukumäärät	18
5.2.2	Juuriston määrä ja sijoittuminen.....	20
5.2.3	Kuivapaino	21
5.3	Muut havainnot ja mittaukset.....	21
5.4	Kasvukauden lämpötila ja sademäärä	22
5.5	Aineiston tilastollinen tarkastelu.....	23
5.5.1	Kukintojen ja nuppujen lukumäärä	24
5.5.2	Juuriston määrä ja sijoittuminen.....	24
5.5.3	Kuivapaino	25
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	26

- Liite 1 Juuristo päältä ja sivulta kuvattuna
- Liite 2 Kasvuston valokuvaus sivulta 17.6.2015 ja 13.9.2015
- Liite 3 Kasvuston valokuvaus päältä 17.6.2015 ja 13.9.2015

1 JOHDANTO

Euroopan komissio asetti maaliskuussa 2016 uuden asetusehdotuksen orgaanisten ja jättepohjaisten lannoitteiden käytöstä kiertotaloudessa, osana joulukuussa 2015 hyväksyttyä kiertotalouspakettia. Asetuksessa vahvistetaan säännöt, jotka koskevat biojätteen muuntamista raaka-aineiksi, joita voidaan käyttää lannoitevalmisteiden valmistuksessa. Siinä määritellään turvallisuutta, laatua ja merkintöjä koskevat vaatimukset, jotka kaikkien lannoitevalmisteiden on täytettävä. (Euroopan komissio 2016.)

Rajalan (2006, 64) mukaan maassa oleva orgaaninen aines suojaa maan pintakerrosta, parantaa hyödyllisen eliöstön elinolosuhteita ja aktiivisuutta, parantaa mururakennetta, varastoi vettä ja ravinteita ja kykenee luovuttamaan niitä juuristolle sekä vähentää haitallisten aineiden ja maan happamuuden haittavaikutuksia. Orgaanisten ravinteiden kierrätys on osa luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja resurssiviisautta. Ravinteita kierrättämällä voidaan vähentää uusiutumattoman, louhittavan fosforin käyttöä, säästää väkilannoitteiden valmistukseen tarvittavaa energiaa ja lisätä ravinneomavaraisuutta. Samalla voidaan vähentää ympäristöön kohdistuvaa kuormitusta ja fosforin ja typen aiheuttamaa vesien rehevöitymistä.

Orgaanisten lannoitteiden käyttökelpoisuutta astiataimituotannossa testattiin astiataimikokeessa. Astiataimikokeen tilaajana oli suomalainen kasvualustoja valmistava yritys. Tilaaja halusi saada markkinoille uuden orgaanisesti lannoitetun kasvualustatuotteen, joka voitaisiin tuoda markkinoille epäorgaanisesti lannoitettujen kasvualustaseosten rinnalle.

Astiataimikoe tehtiin HAMK Oy:n Lepaan taimiston astiataimikentällä kesällä 2015. Koekasvina oli ryhmäsamettikukka ja kasvit kasvatettiin 20 litran taimistoruukuissa. Kasvualustaseoksia eli käsittelyjä oli 6, joista 4 oli orgaanisesti lannoitettuja, 1 epäorgaanisesti lannoitettu ja 1 lannoittamaton. Kokeen aikana kasvualustoista mitattiin johtokyvyt ja vesitilavuudet ja kasvustoista laskettiin kukintojen määrät. Kokeen lopussa kasvustot leikattiin ja laitettiin paperipusseihin. Juuristot valokuvattiin ja niiden kunto, määrä ja sijoittuminen arvioitiin. Kokeen aikana nypityt kuihtuneet kasvinosat sekä kokeen lopussa leikatut kasvustot kuivattiin uunissa ja niiden kuivapaino punnittiin.

Työn tavoitteina on selvittää, millä kasvualustaseoksella saavutetaan parhaat kasvutulokset sekä vertailla orgaanisesti lannoitettujen kasvutuloksia sekä epäorgaanisesti lannoitetun että lannoittamattoman tuloksiin. Tulosten välisten erojen tilastollinen merkitsevyys analysoitiin tilastonkäsittely-ohjelmalla. Tilastoanalyysin pohjalta tulosten välisiä eroja tarkasteltiin ja eroihin vaikuttavia tekijöitä analysoitiin.

Työssä halutaan selvittää onko kasvualustaseosten välillä merkittäviä eroja kasvutulosten suhteen sekä mitkä tekijät vaikuttavat kasvutuloksiin. Tulosten pohjalta halutaan myös selvittää voidaanko tulosten pohjalta suosittelua orgaanisesti lannoitettua kasvualustaseosta markkinoille tuotavaksi.

2 TURVEPOHJAISET KASVUALUSTASEOKSET

Turve on yleinen kasvualustojen raaka-aine puutarhatuotannossa. Suomessa turvetta käytetään kasvualustoissa arviolta miljoona kuutiometriä vuosittain. Turvepohjaisiin kasvualustaseoksiin sekoitetaan lannoitteita, kalkitusaineita sekä sen rakennetta parantavia aineksia ja kompostia. Kasvualustaan sekoitettavat ainekset ovat joko epäorgaanisia tai orgaanisia. Kasvualusta toimii juurten elinympäristönä ja sen tulee kyetä toimittamaan juuristolle vettä ja ravinteita riittävästi ja helppokäyttöisessä muodossa.

2.1 Kasvuturpeet

Turve on suokasvien jäännöksistä maatumalla syntyvää eloperäistä ainesta, jonka ominaisuudet määräytyvät kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen perusteella. Tärkeimpiä turpeita muodostavia kasvilajiryhmiä ovat rahka- ja lehtisammalet, sarat ja puuvartistet kasvit. (Sirviö, 2004, 74.)

Turve on yleinen kasvualustojen raaka-aine puutarhatuotannossa. Maailmassa turvetta tuotetaan vuosittain 90 miljoonaa m³, josta noin 40 miljoonaa m³ käytetään kasvualustoissa. Euroopassa 80 % puutarhaviljelijöiden kasvualustoista on turvepohjaisia. Suomi on yksi tärkeimpiä kasvuturpeen tuottaja- ja vientimaita maailmassa Ruotsin, Baltian maiden, Irlannin ja Kanadan ohella. (VTT Tiedote 2550 2010.) Kasvuturpeiksi luokitellaan kasvualustat, joiden orgaanisen aineksen määrä on vähintään 50 % kuivaainetta. Turveseoksissa käytetään useita turvelajeja, joihin voidaan lisäksi sekoittaa lannoitteita, kalkkia, kasvualustan rakennetta parantavia aineita ja kompostia. (VTT Tiedote 2550 2010.)

Suomessa turvetta käytetään kasvualustoissa arviolta 1 miljoonaa m³ vuosittain. Tästä arviolta 150 000 m³ käytetään puutarhakasvien kasvihuone- tuotannossa ja loput, noin 850 000 m³ käytetään ulkokasvatuksessa taimistoilla ja harrastajaviljelyssä. Lisäksi viherrakentamisessa ja maisemanhoidossa turvetta käytetään noin 400 000 m³. (Iivonen 2008.) Turpeen lisäksi käytettäviä kasvualustamateriaaleja ovat kivivilla, kookoskuitu ja perliitti. Tämän lisäksi kasvihuoneviljelyssä käytetään vesiviljelyä. Turpeen seassa seosaineena voidaan käyttää kuorikompostia, kivimineraaleja, puukuituja, kookoskuitua/-rouhetta sekä vermikuliittia. Kierrätysraaka-aineiden, kuten biojätteen käyttö turpeen lisäaineena on kasvattanut suosiotaan ympäristötietoisuuden lisääntyä. (Iivonen 2008.)

2.2 Ryhmäkasvien kasvualustat

Ryhmäkasvien kasvualustan valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat sen huokostila ja -jakauma, puhtaus, tasalaatuisuus, hallittavuus kastelussa sekä hinta. Huokostilaa ja kokojakaamaa kuvataan ilma- ja vesikapasiteetilla, jotka kertovat kasvualustan ilma- ja vesitilan osuudet prosentteina. Ilma- ja vesitila kuvaavat kasvualustan ilma- ja kosteustilannetta. (Backman 2007, 36.) Vaalean rahkasammalturpeen optimaalinen ilmatila viljelyssä on 53–55 %, jolloin vesitila on noin 41–43 % (Kanniainen 1997, 126).

Ryhmäkasvien viljelyssä kasvualustat ovat yleensä eri ainesosien seoksia. Pääasiallisesti kasvualustassa on turvetta, johon lisätään eri kivennäismaalajeja, kuten hiekkaa, hietaa tai savea. Kasvualustaseokseen voidaan lisätä myös erilaisia seosaineita kuten perliittiä ja komposteja. Seokseen lisätään myös ravinteita, kalkkia ja kastelukiteitä. Kastelukiteet pidättävät hyvin vettä ja helpottavat kasvin hoitoa kuluttajan näkökulmasta. (Backman 2007, 39.)

2.3 Kasvualustaseosten komponentit

Kasvualustaseokset koostuvat kahdesta tai useammasta eri kasvualustaladusta. Seoksia käytetään useimmiten kylvö- ja taimikasvatuksessa sekä ruukkukasveilla. Yleensä seoksissa peruskasvualustamateriaaliin on lisätty pieni määrä toista kasvualustaa, jonka ominaisuudet täydentävät peruskasvualustamateriaalin ominaisuuksia. (Kanniainen 1997, 132.) Kasvualustaseoksissa käytettävien seosaineiden laadulla on ratkaiseva vaikutus kasvualustan fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Kasvualustojen raaka-aineina käytetään erilaisia kivennäis- ja eloperäisiä aineksia sekä teollisesti valmistettuja tuotteita. (Sirviö 2004, 72.)

2.3.1 Kivennäisainekset

Maat, joissa orgaanista ainesta on alle 20 %, luokitellaan kivennäismaiksi. Poikkeuksena ovat liejumaat, jotka luokitellaan eloperäisiin maihin, jos niiden orgaanisen aineksen pitoisuus on yli 6 %. (Heinonen, Hartikainen, Aura, Jaakkola & Kempainen 1992, 25.)

Hiekkaa ja hietaa lisätään ryhmä- ja ruukkukasvien kasvualustaan. Niiden lisäyksellä parannetaan kasvualustan ilmavuutta. Liiallisina määrinä niiden lisäys tiivistää kasvualustaa. Hiekkaa ja hietaa voidaan käyttää tukevoittamaan ruukkuja, jotta niiden käsittely on helpompaa ja ruukut pysyvät paremmin pystyssä. Hienojakoisen turpeen seassa käytettynä ne helpottavat taimikenttien täyttämistä. (Backman 2007, 40.)

Perliittiä valmistetaan laavaperäisestä, lasimaisesta kiviaineksesta. Perliittiä käytetään viljelyssä sellaisenaan tai kasvualustaseosten raaka-aineena. Se on rakeinen ja kevyt, joten se on helppo levittää ja sekoittaa muihin kasvualustoihin. Sillä voidaan lisätä kasvualustan ilmavuutta. (Kanniainen 1997, 130.)

Vermikuliitti on kevyt ja huokoinen kivimateriaali. Sillä on matala johtokyky ja neutraali pH. Vermikuliittia käytetään kylvöseoksissa ja pistokasalustoissa. Keveytensä ja heikohkon rakenteensa vuoksi se tiivistyy helposti. (Backman 2007, 41.)

Turpeen sekaan voidaan lisätä myös savesta, jolloin kasvualustasta tulee painavampaa. Saveslisäyksellä voidaan myös hillitä kasvin liian rehevää kasvua. Saveslisäys vähentää erityisesti kasvualustan liukoisen kaliumin ja

fosforin määriä, jolloin myös johtokyky pienenee. Saveslisäys vaikeuttaa kasvin veden ottoa, koska lisäyksen jälkeen kasvualustan suurten vettä varastoivien huokosten määrä vähenee. (Kanniainen 1997, 132.)

2.3.2 Eloperäiset ainekset

Eloperäisellä materiaalilla on keskeinen merkitys kasvualustan toiminnalle. Oikeanlaisella aineksella ja oikeassa suhteessa käytettynä eloperäisellä aineksella voidaan ehkäistä kasvualustan painumista ja tiivistymistä. Teollisessa kasvualustatuotannossa tulee käyttää pitkälle maatuneita eloperäisiä aineksia. (Sirviö 2004, 73.)

Kookoskuitua saadaan kookospähkinän kuoresta. Orgaanisena kasvualustana se on biologisesti hajoavaa, se on kevyttä ja sitä on helppo käsitellä. Sillä on myös hyvä vedenpidätyskyky. Kookoskuidun haittana on, että se voi sisältää runsaasti natriumia ja klooria sekä kaliumia. Tästä syystä kasvualusta on huuhdeltava huolellisesti ennen käyttöönottoa. Kookoskuitua lannoitettaessa on annettava viljelykasvin vaatimuksia enemmän typpeä, sillä osa tyypeistä sitoutuu kasvualustaan liukenemattomaan muotoon. Kookosalustalla kastelun on oltava tasaista. Kookoskuidun pH on korkeampi kuin turpeella, mikä voi johtaa raudan puutokseen. Muita orgaanisia kasvualustoja ovat puukuidut ja erilaiset kompostituotteet. (Järvinen, Karjalainen & Vuollet 2016, 131.)

Tahvosen mukaan (2015, 79–81) elävä rahkasammal on kasvualustan raaka-aineena tulevaisuuden vaihtoehto erityisesti ympäristön kannalta. Sammalen korjuusta ei aiheudu ympäristöön tai ilmastoon haitallisia päästöjä. Käytön jälkeen sammal on edelleen käytettävissä kompostointiin, maanparannusaineeksi pelloille ja multaseosten raaka-aineeksi. Sammalesta voidaan valmistaa taimikasvatuskuutioita ja –paakkuja sekä viljelylevyjä. Kaupalliset tuotteet ovat tuotteistamisvaiheessa. Elävä sammalmassa ei homehdu sienillä ja se voi hidastaa tai jopa estää maalevintäisten sienitautien kasvun.

Hyvin toteutetun kompostoinnin lopputuotteena on pitkälle maatunutta, hygieenistä ja eloperäistä ainesta, joka soveltuu maanparannukseen tai kasvualustan raaka-aineeksi. Kompostit ovat pääsääntöisesti neutraaleja tai lievästi emäksisiä pH-arvoltaan. Yleensä kompostit sisältävät runsaasti ravinteita ja niissä on luonnostaan aktiivinen ja runsas pieneliöstö. Pieneliöstön aktiivisuus vapauttaa kasvualustan sisältämiä ravinteita kasvien käyttöön. (Sirviö 2004, 77.)

2.3.3 Peruslannoitteet

Lannoituksen tavoitteena on antaa kasville sen tarvitsema ravinmäärä. Peruslannoitus voidaan tehdä aktiivisille kasvualustoille, jotka kykenevät pidättämään ravinteita. Kasvualustan kostuessa siihen sekoitetut lannoitteet liukenevat ja pidättyvät kasvualustan pinnoille. Peruslannoitusta voidaan täydentää hoitolannoituksena, jos viljelyn aikana tehtävän ravinne-

analyysin perusteella kasvi tarvitsee lisää ravinteita. Ravinnemääriä kasvualustoissa voidaan seurata johtokykymittarilla joko puristenesteestä tai suoraan kasvualustasta, tai kasvustosta otetusta lehtinäytteestä. (Kanniainen 1997, 143–149.)

Puustjärven (n.d., 85) mukaan peruslannoituksen tavoitteena on varastoida kasvualustaan mahdollisimman paljon ravinteita vesiliukoiseen muotoon. Hänen mukaansa peruslannoitetun turpeen puristenesteen sähköjohtokyvyn tulisi olla lannoitustasoille asetettujen vaatimusten mukaisia. Ravinnepitoisuuksien lisäksi ravinnesuhteiden on oltava kasvien vaatimusten mukaisia.

Kasvualustaan sekoitettavat lannoitteet ovat joko orgaanisia tai epäorgaanisia. Epäorgaanisten lannoitteiden etu on niiden suuri ravinnepitoisuus suhteessa tilavuuteen ja painoon. Kasvualustaan sekoitettava peruslannoite voi olla koostumukseltaan jauhemainen tai rakeinen. (Järvinen ym. 2016, 150–151.)

Epäorgaanisten mineraalilannoitteiden korkea ravinnepitoisuus ja rakeinen olomuoto tekevät niistä helposti kuljetettavia, käytettäviä sekä maahan sijoitettavia. Niiden etuina ovat myös tasainen laatu ja alhaiset raskasmetallipitoisuudet. Suomessa käytössä olevia mineraalilannoitteita ovat esimerkiksi hitaasti ja hallitusti liukenevat moniravinteiset NPK-lannoitteet. (Kleemola & Partanen 2009, 40–43.)

Väkilannoitteet ovat useimmiten epäorgaanisia, teollisesti valmistettuja lannoitteita. Niiden sisältämät ravinteet liukenevat maahan sellaisina ioneina tai molekyyleinä, joina kasvien juuret ne ottavat. Orgaanisten lannoitteiden sisältämien ravinteiden hyväksikäyttö edellyttää, että mikrobit ensin hajottavat orgaanisen aineen. (Heinonen ym. 1992, 246.)

Orgaaniset lannoitteet ovat peräisin eläinten tai kasvien jätteistä. Eläinlannasta kompostoidaan ja säkitetään, tai kuivataan ja rakeistetaan teollisesti. Orgaaniset lannoitteet sekoitetaan yleensä tehtaalla valmiiksi kasvualustaan. Luonnonmukaisessa viljelyssä lannoitteet ovat orgaanisia ja niiden ravinnepitoisuudet ovat pienempiä kuin epäorgaanisissa lannoitteissa. Kasvipohjaiset lannoitteet ovat kompostoituja tai uuttamalla valmistettuja lannoitteita. (Järvinen ym. 2016, 150–151.)

Bioenergian tuotannossa syntyy ravinnepitoisia jätteitä, joita voidaan käyttää lannoitteiden raaka-aineina. Näitä orgaanisia lannoitteiden raaka-aineita ovat esimerkiksi biokaasun tuotannossa syntyvä mädätteeksi kutsuttu liete, biodieselin valmistuksen sivutuote, öljykasveista saatava puriste sekä bioetanolin valmistuksessa ohrasta jäävä sivutuote, rankki. (Kleemola & Partanen 2009, 34–35.)

Orgaanisia jätteitä voidaan myös käyttää lannoitteina. Kleemolan ja Partanen (2009, 37) mukaan biojätteestä kompostoitu multa on hyvä maanparannusaine. Suurin osa biojätteen kasviraavinteista säilyy tallessa ja typen käyttökelpoisuus kasveille paranee. Muita eloperäisiä jätteitä ovat luu- ja

verijauho sekä puhdistamolietteet. Lannoiteurea kuuluu myös orgaanisiin lannoitteisiin, vaikka sen lähtöaineet ovat epäorgaanisia. Lannoiteurea vaikuttaa nopeasti ja se sisältää runsaasti typpeä. Puhdistamoliete muodostuu mädätetystä lietteestä, joka on ollut lietesäiliössä tehokkaan mikrobi-toiminnan alaisena. Lietteiden sisältämien raskasmetallien sekä sen epähygieenisyys vuoksi se ei sovellu hyötykasvien viljelyyn. (Gottberg, Gottberg & Alanko 1992, 398–399.)

2.3.4 Kalkitusaineet

Kasvialustan happamuuden vähentäminen kalkitsemalla vapauttaa ravinteita kasvien käyttöön, sitoo haitallisia aineita, elvyttää pieneliöstöä ja parantaa maan rakennetta. Kalkitus neutraloi maan happamuutta ja tuo mukanaan ravinteita kuten kalsiumia ja magnesiumia. Kalkitus jaetaan perus- ja ylläpitokalkitukseen. Peruskalkituksella nostetaan kasvialustan pH tavoitteiden mukaiseksi. Ylläpitokalkituksella pyritään säilyttämään saavutettu pH-taso. (Kalkitusyhdistys 1999, 8.)

Useimmat puutarhakasvit ovat kalkan suhteen vaativia. Ne viihtyvät hyvin silloin, kun maan pH on 6–7. Tämä merkitsee runsasta peruskalkituksen tarvetta sekä jatkuvaa maan happamuuden seuranta- ja ylläpitokalkitusta. Puutarhakasvien magnesiumin tarve on yleensä suuri. Tämän vuoksi kalkitukseen käytetään useimmiten dolomiittikalkkia tai magnesiumpitoista kalkkikivijauhetta. Markkinoilla on myös pieniä pinta-aloja ja erityiskoh-teita varten saatavilla rakeisia tuotteita kuten rakeinen puutarhakalkki ja rakeinen magnesiumpitoinen puutarhakalkki. Ne on valmistettu erittäin hienosta kalkkikivijauheesta.

Kasvihuoneviljelyssä käytetään nykyisin kalkitusta vain turvealustoja ja multaseoksia valmistettaessa. Turvealustat kalkitaan yleensä dolomiittikalkilla, jossa kalsiumin ja magnesiumin suhde vastaa kasvin vaatimuksia. Turve voidaan myös ylikalkita sen aiheuttamatta liiallista pH:n nousua. Mikäli turpeen kalkitus tehdään juuri ennen käyttöönottoa, tulee dolomiittikalkin olla hienojakoista. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää karkeampaa tuotetta ja lisätä turpeeseen sammutettua kalkkia tai erittäin hienoa kalkkikivijauhetta.

Multaseoksia käytettäessä kasvialustat kalkitaan esimerkiksi magnesiumpitoisella kalkkikivijauheella. Ruukkukasveissa on myös kalkinkarttajia, jotka viljellään happamalla kasvialustalla, esimerkiksi atsaleat (*Rhododendron*). (Maatalouskeskusten Liitto 1991, 47–49.)

2.4 Hyvän kasvialustan ominaisuudet

Kasvialusta toimii juuriston elinympäristönä. Juuriston jatkuva kasvu sekä veden- ja ravinteidenotto edellyttävät jatkuvaa hapen saantia. Kasvialustan tulee kyetä toimittamaan juuristolle vettä ja ravinteita riittävästi ja helpokäyttöisessä muodossa. Kun kasvialusta täyttää kasvin vaatimukset, kasvin käyttämä työmäärä on pienempi. (Puustjärvi 1991.)

Kasvualustan rakenteen tulee olla kestävä. Kasvualustan kokoon painumisen seurauksena sen kokonaishuokostilavuus pienenee, jolloin juuristo voi kärsiä hapenpuutteesta. Kasvualustan pinta-aktiivisuus vaikuttaa siihen, kuinka paljon ravinteita siihen voidaan varastoida. Mitä aktiivisempi kasvualusta, sitä enemmän ravinteita siihen voidaan varastoida. Aktiivisen kasvualustan voi lannoittaa etukäteen, sillä lannoitteiden sisältämät ravinteet varastoituvat siihen.

Kasvualustan happamuuden tulee olla viljelyyn sopiva. Yleisimmin käytetty kasvualustan pH on 5–6,5, mutta pH:ta voidaan myös säädellä viljelyn aikana. Kasvualustan puristenesteen sähkönjohtokykyä voidaan säädellä muuttamalla hoitolannoitusliuoksen väkevyyttä ja kastelumäärää muuttamalla.

Hyvässä kasvualustassa on kasveille käyttökelpoisia ravinteita suhteellisesti paljon verrattuna kasveille tarpeettomiin alkuaineisiin. Näitä tarpeettomia aineita ovat esimerkiksi natrium, kloori ja sulfaattimuotoinen rikki. Jos niitä kerääntyy kasvualustaan liian paljon, niistä on haittaa kasvien vedensaannille. Lannoitevalmistelaisissa (539/2006) on määrätty, että kasvualustoissa ei saa olla haitallisia tai myrkyllisiä alkuaineita tai yhdisteitä, eikä radioaktiivisia aineita.

Viljelytekniikan on oltava ympäristöä säästävää. Suuria ravinnehuuhtoumia ja ylimääräistä vedenkulutusta on vältettävä. Käytön jälkeen kasvualusta ei saa olla haitallinen ympäristölleen. Viljelijälle kannattavaa olisi kasvualustan pitkäikäisyys ja uudelleen käytettävyyys. Käytetty kasvualusta voidaan käyttää esimerkiksi maanparannukseen tai desinfioituna uudelleen viljelyssä. (Kanniainen 1997, 123–124.)

3 RYHMÄKASVIT JA RYHMÄSAMETTIKUKKA

Ryhmäkasvit ovat kasvilajeja, jotka myydään yksivuotisina koristekasveina ulos tai parvekkeelle istutettavaksi. Ryhmäsamettikukka on Suomessa yleisesti käytetty ryhmäkasvi. Vuonna 2015 samettikukkaa viljeltiin Suomessa noin 2,7 miljoonaa kappaletta.

3.1 Ryhmäkasvit

Vuonna 2015 ryhmäkasveja viljeltiin Suomen kasvihuoneyrityksissä noin 36,6 miljoonaa kappaletta. Viljellyimpiä ryhmäkasvisukuja vuonna 2015 olivat orvokit *Viola* spp., petuniat *Petunia* spp., pelargonit *Pelargonium* spp. sekä samettikukat *Tagetes* spp. (Puutarhatilastot 2015.)

Ryhmäkasvin määritelmä perustuu kasvin käyttötapaan. Ryhmäkasvit ovat kasvilajeja, joita käytetään yhden kasvukauden aikana, jonka jälkeen ne lakastuvat. Ne myydään yksivuotisina koristekasveina istutettavaksi ulos tai parvekkeelle. Kukkivien kasvilajien lisäksi markkinoilla on myös kasvilajeja, joiden koristearvo perustuu niiden lehtien erikoisuuteen tai väriin.

Usein muualla maailmassa monivuotisia kasveja kasvavia lajeja myydään Suomessa yksivuotisten ryhmäkasvien tavoin. Ryhmäkasvien myyntiaika Suomessa on yleensä huhtikuusta kesäkuuhun. (Backman 2007, 8.)

Ryhmäkasvit istutetaan ulos vasta kevähallon päätyttyä. Yleisesti kesäkuun 10. päivää pidetään ajankohtana, jolloin ryhmäkasvien ulosistuttaminen voidaan aloittaa. (Soini 2009, 220.)

3.2 Ryhmäsamettikukka

Samettikukat (*Tagetes*) on asterikasvien (*Asteraceae*) heimoon kuuluva kasvisuku. Samettikukat ovat kotoisin Meksikosta, Guatemalasta ja osasta Yhdysvaltoja. Alkuperäisellä kasvupaikallaan ryhmäsamettikukka (*Tagetes patula*) kasvaa lähellä merenpinnan tasoa 1350 metrin korkeudelle asti. Se on hallanarka kasvi, mutta sopeutuu hyvin vähäravinteisiin maaperiin, kuumuuteen sekä kosteuteen. Se sopeutuu etenkin kuivuuteen, mutta ei vedellä kyllästettyihin ja varjoisiin olosuhteisiin. (Lim 2014, 456–457.)

Backmanin (2001, 261) mukaan Suomessa samettikukkaa käytetään pääosin yksivuotisina ryhmäkasveina. Suomessa viljeltäviä lajeja ovat isosamettikukka (*Tagetes erecta*), ryhmäsamettikukka (*Tagetes patula*) ja kääpiösamettikukka (*Tagetes tenuifolia*) sekä lajien väliset risteymät. Samettikukat ovat hallanarkoja (Kuva 1). Vuonna 2015 samettikukkaa viljeltiin Suomessa noin 2,7 miljoonaa kappaletta. (Puutarhatilastot 2015.)

Samettikukkaa viljellään myös lääkinnälliseen ja teolliseen käyttöön. Kukkista ja lehdistä uutetaan eteerisiä öljyjä hajuvesi- ja elintarviketeollisuuteen. Niitä voidaan käyttää myös luonnonmukaisessa kasvinsuojelussa, sillä niiden lehdet sisältävät yhdisteitä, jotka estävät bakteerien ja kasvitauteja aiheuttavien sienten kasvua sekä torjuvat tuholaisia. Samettikukkien juuristo tervehdyttää myös maan mikrobikantaa ja vähentää erityisesti perunaa vaivaavien ankerosten määrää. (Suomen Lajitietokeskus 2016.)

Ryhmäsamettikukkien kukinnot ja lehdet ovat syötäviä. Kukkia käytetään virkistysjuomissa ja lehtiä ruoan maustamiseen. Kuivattuja kukkia käytetään myös ruokien värjäämiseen. Kukissa on havaittu olevan runsaasti karotenoideja. Samettikukka tuottaa eteerisiä öljyjä, joilla on antibakteerisia, sieniä torjuvia sekä hyönteisiä torjuvia vaikutuksia. Niiden on todettu torjuvan harmaahometta (*Botrytis cinerea*), *Pythium*-suvun sieniä, *Fusarium*-homesieniä sekä ankeroisia. (Lim 2014, 465.)

3.3 Ryhmäsamettikukan kastelu ja lannoitus

Ryhmäkasvit voidaan jakaa kolmeen ryhmään ravinnetarpeen mukaan: niukalla lannoituksella selviävät lajit, keskitasoisesti lannoitettavat lajit ja runsaasti ravinteita kuluttavat lajit. Samettikukat kuuluvat niukalla lannoituksella selviäviin lajeihin. Samettikukkien kukintavaiheen johtokyvyn tulisi olla 1,1 mS/cm ja typpi-kalium-suhteen 1:2. (Backman 2007, 52.)

Kasvukauden aikainen lannoitustarve on keskinkertainen ja pH-suositus 6,0–6,8. Raudan, mangaanin ja natriumin saatavuus heikkenee pH:n noustessa. Myrkytysoireiden välttämiseksi pH:n tulisi olla yli 6. Sopiva typpikalium suhde on 1:1,5 ja typpilannoitustaso 150–200 ppm. Vedentarve on keskinkertainen; kasvualustan annetaan kuivua kuivahkoksi ennen seuraavaa kastelua. Liiallinen märkyys tai korkea ammoniumpitoisuus johtavat liialliseen vegetatiiviseen kasvuun. (Backman 2007, 264.)

3.4 Ryhmäsamettikukan kasvintuhoojat ja fysiologiset häiriöt

Samettikukkien yleisimmät tuholaiset ovat lehtikirvat, vihannespunkki, jauhiaiset ja ripsiäiset. Yleisimpiä kasvitauteja ovat: harmaahome (*Botrytis cinerea*), *Alternaria*- ym. lehtilaikkutaudit ja Tospovirukset. Kasvitaudeista yleisin on harmaahome, jota voi esiintyä kukissa, versoissa ja lehdissä. Samettikukka on myös altis lakastumistaudeille. (Backman 200, 264.)

Harmaahome on sienitauti, jonka itiöitä on lähes kaikkialla. Sieni pystyy saastuttamaan kasvin vasta, kun kasvin pinta on ollut märkänä tai ilman kosteus on ollut yli 93 % 4–6 tunnin ajan. Ihanteellinen lämpötila harmaahomeelle on 16–25 °C, mutta tauti voi tartuttaa kasveja alhaisemmissa lämpötiloissa. Taudinaiheuttaja pääsee kasviin esimerkiksi kuihtuvien kukkien kautta. Harmaahome aiheuttaa ruskeita tai harmaanruskeita vetisiä läikkiä kasvinosiin. Oireet alkavat usein terälehdillä pieninä, melkein läpinäkyvinä pilkkuina. Erityisesti tiheissä kasvustoissa sekä lämpötilan suurien ja nopeiden vaihtelujen vuoksi kosteus tiivistyy kasvin pinnoille, jolloin harmaahomeen itiöillä on hyvät olosuhteet tarttua kasvin pinnoille. (Backman 2007, 82–83.)



Kuva 1. Backman, T. 2007. Kylmyyden aiheuttamaa vioitusta samettikukalla. Teoksessa Backman, T. & Salonen, K. Ryhmäkasvien viljely & ryhmäkasvituotannon talous. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto ry, 94.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Astiataimikoe suoritettiin kasvukaudella 2015 HAMK Oy:n Lepaan yksikön taimistolla. Kokeessa vertailtiin 6 eri tavoin lannoitettua kasvualustaseosta. Koekasvina kokeessa oli ryhmäsamettikukka. Kokeessa mitattavia ja havainnoitavia asioita olivat kukinta, juuristo, kuivapaino, kasvualustan johtokyky ja vesitilavuus sekä kasvitaudit ja tuholaiset. Kokeen aikaiset keskilämpötilat ja sademäärät saatiin Lepaan sääaseman mittauksista.

4.1 Astiataimikokeen tavoitteet

Kasvualustakokeen tavoitteena oli vertailla 6 erilaista kasvualustaseosta keskenään. Kasvualustaseokset olivat turvepohjaisia ja peruskalkittuja. Yksi seoksista oli epäorgaanisesti lannoitettu ja neljä seosta orgaanisesti lannoitettuja. Yksi seoksista oli kontrollialusta, joka ei sisältänyt lannoitteita. Tavoitteena oli vertailla orgaanisesti lannoitettujen seosten antamia kasvutuloksia epäorgaanisesti lannoitetun seoksen antamiin kasvutuloksiin. Kokeessa haluttiin selvittää, soveltuuko jokin/ jotkin orgaanisesti lannoitetuista seoksista astiataimituotantoon. Tavoitteena oli saada tutkimustietoa työn tilaajan tuotekehityksen ja markkinoinnin tueksi, sekä uuden kasvualustatuotteen tuominen kaupallisille markkinoille.

4.2 Koemenetelmä – latinalainen neliö

Kenttäkoemenetelmäksi valittiin latinalainen neliö (Kuva 2), jossa kukin käsittely voi esiintyä kullakin rivillä ja sarakkeella vain kerran. Näin käsittelet voidaan sijoitella tasaisesti koealueelle, jolloin kukin käsittely esiintyy kaikissa koealueen olosuhteissa. Latinalaisten neliöiden koesuunnitelmissa voidaan eliminoida kahden kiusatekijän vaikutukset. Kiusatekijä on tekijä, jolla mahdollisesti on vaikutusta koetuloksiin, mutta jonka vaikutuksista ei olla kiinnostuneita. Latinalaisen neliön etuna on myös, että koetoistoja tarvitaan vähän. (Pynnönen n.d.) Tämän kokeen kohdalla mahdollinen kiusatekijä oli koealueen olosuhteiden epätasaisuus.

Latinalaisen neliön etuna on, että koejäsenien järjestely riveihin ja sarakkeisiin tarjoaa suuremmat mahdollisuudet koevirheen eliminoimiseen kuin täysin arvottu tai lohkoittain satunnaistettu koe. Latinalaisella neliöllä saadaan noin 20 %:n tehokkuuden lisäys, kun järjestelyt ovat olleet oikeat. (Pulli & Kaukovirta 1975, 38.)

sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk
sk	3	6	5	1	2	4	sk
sk	2	1	4	6	3	5	sk
sk	6	3	2	4	5	1	sk
sk	1	5	6	3	4	2	sk
sk	4	2	1	5	6	3	sk
sk	5	4	3	2	1	6	sk
sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk

Kuva 2. Astiataimikokeen koeasetelma latinalaisen neliön mukaan. Reunoilla olevat (sk) ovat suojakasveja ja numerot 1–6 ovat käsittelyjä.

Latinalaisen neliön avulla koetulokset voidaan analysoida käsittely-, rivi- ja saraketekijöihin, jolloin niiden välisiä vaikutuksia voidaan tarkastella ja analysoida. Latinalaisessa neliössä käsittelyjä, rivejä sekä sarakkeita on sama määrä. Kokeessa eri käsittelyjä oli 6, jolloin koeasetelmassa oli 6 saraketta ja 6 riviä. Käsittelyjen paikat arvottiin ottaen huomioon, että jokainen sarake ja jokainen rivi sisälsi kunkin käsittelyn vain kerran.

Kokeen reunimmaisten ruutujen kasvutila on muihin nähden parempi, josta on seurauksena rehevämpi kasvu. Reunavaikutus estetään perustamalla reunarivit. (Pulli & Kaukovirta 1975, 16.)

Ravinnetarvetta selvittävän kenttäkokeen tulosten luotettavuus edellyttää, että kokeessa on vähintään neljä kerrannetta. Viljely astioissa on voimape- räisempää kuin pellolla, joten astiakokeessa ilmenee usein ravinnetarpeita, joita ei todeta vastaavanlaisessa pellolla suoritettavassa kenttäkokeessa. Astiakokeesta saadaan kuitenkin tietoa ravinteiden riittävydestä. Astiakokeeseen voidaan sisällyttää enemmän koejäseniä kuin kenttäkokeeseen. (Heinonen ym. 1992, 247–248.)

4.3 Aikataulu ja kokeen toteutus

Kasvialustakoe toteutettiin HAMK Oy:n Lepaan taimiston astiataimikentällä (Kuva 3 ja Kuva 5). Koe perustettiin 15.6.2015 ja purettiin 15.9.2015. Koe toteutettiin astiataimikokeena ja koekasvina oli ryhmäsamettikukka. Kasvit kasvatettiin 20 litran taimistoruukuissa, joihin jokaiseen istutettiin 4 kasvia.

Kokeeseen tarvittiin yhteensä 256 samettikukan taimea, sekä varataimia. Taimet tilattiin kauppapuutarhalla ja ne saapuivat Lepaan taimistolle 4.6.2015. Taimet säilytettiin taimiston kasvihuoneessa kokeen perustamiseen asti. Kokeen tilaaja toimitti valmiiksi sekoitetut kasvialustaseokset Lepaan taimistolle. Reunavaikutuksen estämiseksi koalueen reunoille perustettiin suojarivit. Suojariveihin istutettiin myös ryhmäsamettikukkaa.

Koe purettiin 14.–15.9.2015. Ennen purkua, 11.–12.9.2015 kukintojen ja nappujen lukumäärät laskettiin sekä kasvialustoista mitattiin johtokyky ja vesitilavuus. Kasvit valokuvattiin 13.9.2015. Kasvialustan yläpuoliset kasvinosat leikattiin ja laitettiin paperipusseihin ja juuristot valokuvattiin 14.9.2015. Kokeen lopullinen purku ja alueen siivous tehtiin 15.9.2015.



Kuva 3. Koalue perustamispäivänä 15.6.2015

4.4 Kasvualustamittaukset

Kasvualustan vesitilavuus ja johtokyky mitattiin Delta T WET 2- anturilla. Anturiin liitetystä Delta T HH2-kosteusmittarista (Kuva 4) luettiin mitatut arvot. Kasvualustamittaukset tehtiin poutaisella säällä ja kastelu tehtiin tarvittaessa mittausten jälkeen. Anturissa olevat 3 piikkiä työnnettiin mahdollisimman keskelle kasvualustaa. Kasvualustamittaukset tehtiin 6 kertaa kokeen aikana.



Kuva 4. Delta T kosteusanturi ja HH2-kosteusmittari

4.5 Kasvustomittaukset ja -havainnot

Kasvustoista laskettiin kukintojen lukumäärät kokeen aikana. Lisäksi kokeen lopussa juuristot arvioitiin asteikolla 1–5 ja punnittiin kasvustojen kuivapainot. Kasvustoista havainnoitiin myös kasvintuhoojia ja muita vaurioita, mahdollisia ravinnepuutosoireita sekä rikkakasvien määrää.

4.5.1 Kukintojen lukumäärät

Kukintojen lukumäärät laskettiin kerran viikossa. Määriin laskettiin mukaan sekä kuihtuneet kukinnot että avautuneet kukinnot. Kukintojen laskemisen jälkeen kuihtuneet kukinnot leikattiin ja kerättiin paperipusseihin myöhempää punnitusta varten. Nuppujen lukumäärät laskettiin vain kokeen lopussa. Kokeen lopussa olevien kukintojen lukumääriin lisättiin

nuppujen lukumäärät ja niistä vähennettiin kokeen alussa olevien kukintojen lukumäärät. Näin saatiin kokeen aikana kehittyneiden kukintojen lukumäärät, jotka analysoitiin tilasto-ohjelmalla.

4.5.2 Juuriston määrä ja sijoittuminen

Juuristot valokuvattiin kokeen lopussa. Kasvustojen leikkaamisen jälkeen juuripaakat käännettiin ylösalaisin maahan ja ne valokuvattiin päältä, sekä kahdelta sivulta. Juuristojen määrä ja sijoittuminen arvioitiin valokuvien avulla (Liite 1). Juuristot arvioitiin asteikolla 1–5 juurtumisen, juuriston määrän ja sijoittumisen mukaan (Taulukko 1).

Taulukko 1. Juuriston arviointiasteikko.

Asteikko	Juurtuminen, juuriston määrä ja sijoittuminen
1	Läpijuurtuneisuus heikkoa, juuristoa vähän
2	Läpijuurtuneisuutta havaittavissa, juuristo epätasaisesti paakussa
3	Läpijuurtunut, juuristo epätasaisesti paakussa
4	Läpijuurtunut, juuristo tasaisesti paakussa
5	Erinomaisesti läpijuurtunut, juuristoa runsaasti ja tasaisesti koko paakussa

4.5.3 Kuivapaino

Kasvustoista kerätyt kasvinosat; kukinnot, versot ja lehdet kuivattiin paperipusseissa uunissa + 60 °C:ssa 24 tuntia. Kuivaus tehtiin Lepaan yksikön kemian laboratorion uuneissa. Kuivauksen jälkeen näytteet punnittiin ja tuloksista vähennettiin kuivatun paperipussin massa.

4.6 Muut havainnot ja mittaukset

Kokeessa havainnoituja ominaisuuksia olivat ravinnepuutosoireet, kasvi-taudit, tuholaiset sekä muut vauriot. Kasvien liiallista vegetatiivista kasvua myös seurattiin ja havainnot kirjattiin. Kuolleet kasvit kuvattiin, merkittiin ylös ja leikattiin paperipusseihin.

4.7 Kasvustojen valokuvaus

Kasvustot valokuvattiin kokeen alussa, kerran kokeen aikana ja kokeen purkupäivänä. Valokuvauksessa käytettiin opinnäytetyön tekijän omaa digitaalikaameraa. Kasvustot kuvattiin päältä ja sivulta (Liite 2 ja Liite 3). Tilaajan pyynnöstä valokuvauksessa käytettiin taustarakennelmaa. Valokuvaus tehtiin työn toimeksiantajan pyynnöstä ja kuvat toimitettiin toimek-

siantajalle. Valokuvien avulla havainnoitiin kukintaa, lehtien väriä, kasvin korkeutta sekä kasvintuhojia ja muita vaurioita.



Kuva 5. Koelue kokeen loppupuolella 8.9.2015

4.8 Kokeen hoitotyöt

Ennen kasvualustaseosten saapumista samettikukkien taimia kasvatettiin Lepaan taimiston kasvihuoneessa. Taimia kasteltiin tarpeen mukaan käsin päältäkasteluna ja lannoitettiin joka toisella kastelukerralla.

Kokeen aikana kasveja kasteltiin tarpeen mukaan käsin päältäkasteluna. Kasteluvettä annettiin kaikille koeruuduille sama määrä. Kasteluveden määrä arvioitiin sekunteina, vedenpaineen ollessa arvioiden samansuuruisen. Sateisen ja viileän kesän vuoksi koekasvien kasteluntarve oli vähäinen. Kasveja ei lannoitettu kokeen aikana, sillä haluttiin selvittää kuinka kasvualustaseoksiin lisätyt lannoitteet vaikuttavat kasvien kasvuun.

Kukinnan edistämiseksi kasveista nypittiin kuihtuneet kukinnot, jotka kerättiin paperipusseihin myöhempää punnitusta varten. Rikkakasvit poistettiin. Sateisen kesän vuoksi kuihtuneet kukat olivat kosteita, joten paperipussit säilytettiin sisällä suojaisessa paikassa avoimina, jotta kasvinosat eivät homehtuisi.

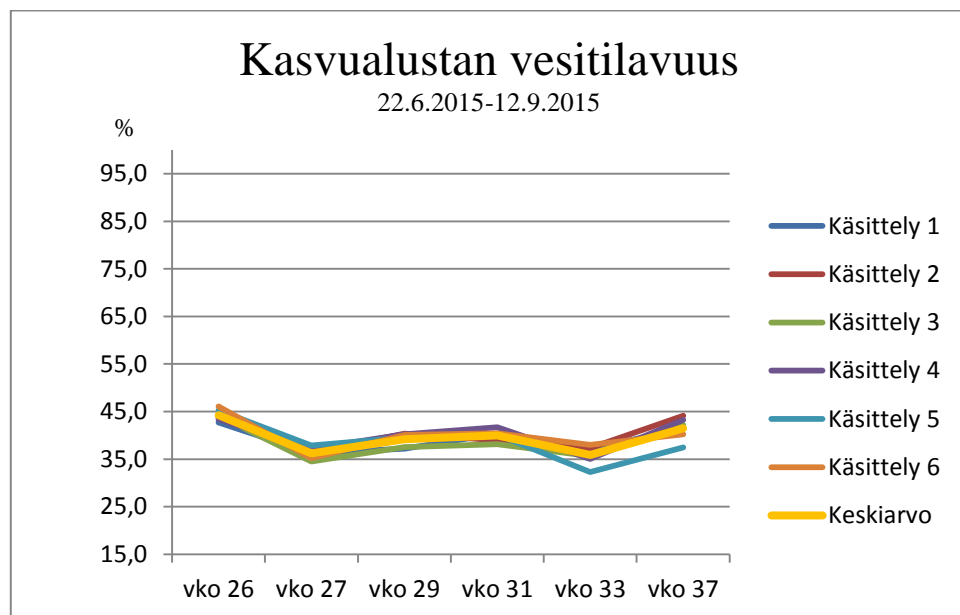
5 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

Astiataimikokeen tuloksissa tarkastellaan kasvualustojen vesitilavuutta ja johtokykyä, kukintojen lukumääriä, juuristojen määrää ja sijoittumista sekä kuivapainoja. Tuloksissa tarkastellaan myös muita kokeen aikana tehtyjä havaintoja kuten kasvitauteja, tuholaisia sekä fysiologisia häiriöitä. Kukintojen lukumäärät, juuristojen määrä ja sijoittuminen sekä kuivapainot analysoitiin tilasto-ohjelmalla JMP Pro, jonka avulla tulosten välisten erojen tilastollisia merkitsevyyksiä voitiin tarkastella.

5.1 Kasvualustamittaukset

Kasvualustamittaukset tehtiin 6 kertaa kokeen aikana. Käsittelyjä kasteltiin joka kastelukerralla samalla vesimäärällä. Vesitilavuus ja johtokyky mitattiin poutaisella säällä ja kastelu tehtiin tarvittaessa mittausten jälkeen.

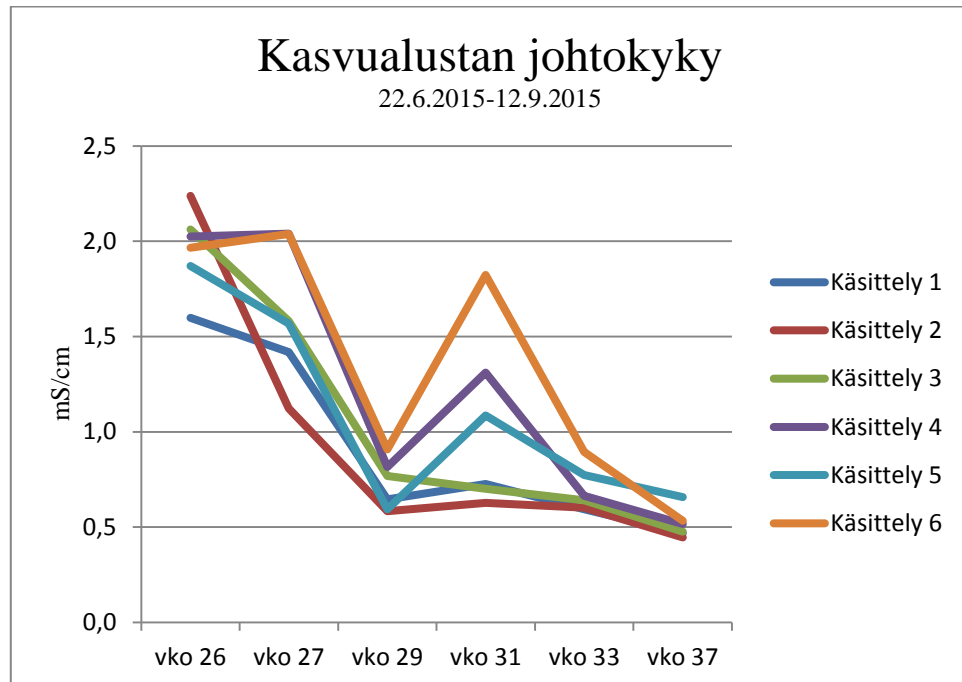
5.1.1 Vesitilavuus



Kuvio 1. Vesitilavuuksien keskiarvot tilavuusprosentteina käsittelyittäin.

Kasvualustojen vesitilavuuksissa ei ole suuria eroja käsittelyjen välillä. Käsittely 5 eroaa hieman muista käsittelyistä varsinkin kokeen loppupuolella viikosta 33 eteenpäin (Kuvio 1). Kasvualustojen vesitilavuudet pysyivät melko tasaisina koko kokeen ajan, 35–45 prosentissa. Tämä kertoo tasaisesta kastelusta sekä kasvualustojen yhtenäisestä vedenpidätyskyvyttä.

5.1.2 Johtokyky



Kuvio 2. Johtokykyjen keskiarvot mS/cm käsittelyittäin.

Kasvualustojen johtokyvyissä on havaittavissa eroja eri käsittelyjen välillä. Käsittelyt 2, 3, 4 ja 6 olivat orgaanisesti peruslannoitettuja ja kalkittuja, käsittely 5 epäorgaanisesti peruslannoitettu ja kalkittu. Käsittely 1 oli kalkittu, mutta lannoittamaton verrannealusta.

Kuviosta 2 nähdään, että kokeen alussa käsittelyjen 4 ja 6 johtokyvyt kokeen alussa ja lopussa ovat yhtä suuret. Käsittelyjen 1, 2 ja 3 johtokykyjen keskiarvojen välillä ei ole suuria eroja. Niiden johtokyvyt laskevat lineaarisesti kokeen alkupuolelta kokeen loppupuolelle. Niiden johtokyvyt ovat alussa 1,5–2 mS/cm ja lopussa noin 0,5 mS/cm.

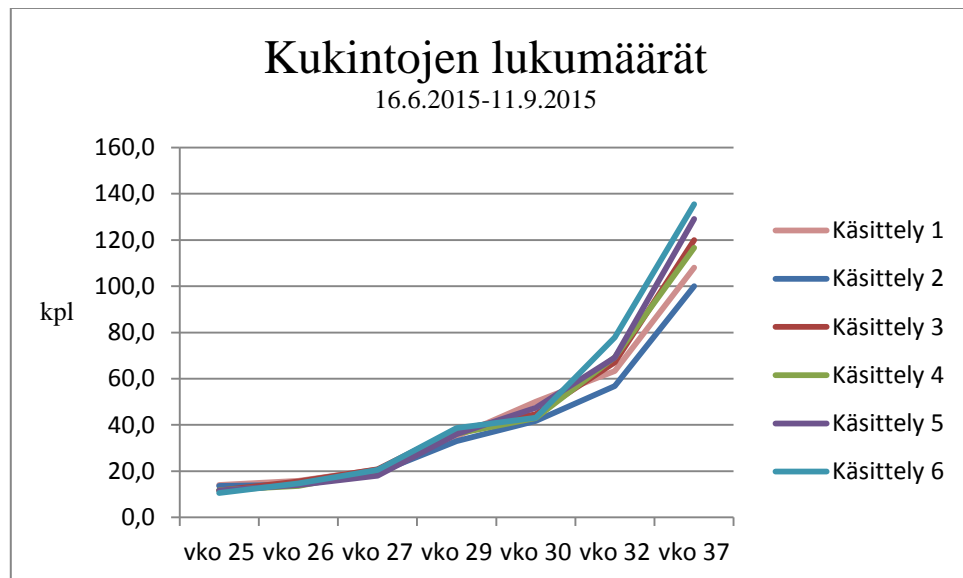
Käsittelyjen 4 ja 6 johtokykyjen keskiarvot ovat kokeen alussa noin 2 mS/cm. Keskiarvot laskevat viikoilla 27–29, nousevat viikoilla 29–31 ja jälleen laskevat kokeen viimeisillä viikoilla noin 0,5 mS/cm:iin. Käsittelyjen 4, 5 ja 6 johtokyvyt nousevat huomattavasti viikolla 31 ja taas laskevat huomattavasti kokeen loppuvaiheessa. Käsittelyn 2 johtokyky on koko kokeen ajan matalin kaikista käsittelyistä.

Viikolla 28 keskilämpötila on laskenut viikosta 27 noin 4 °C ja sademäärät viikolla 28 ovat olleet kokeen aikaisten sademäärien suurimpia (kuvio 7). Kasvualustojen johtokykyihin vaikuttavat sade, lämpötila sekä kasvualustoissa olevien ravinteiden liukeneminen.

5.2 Kasvustomittaukset

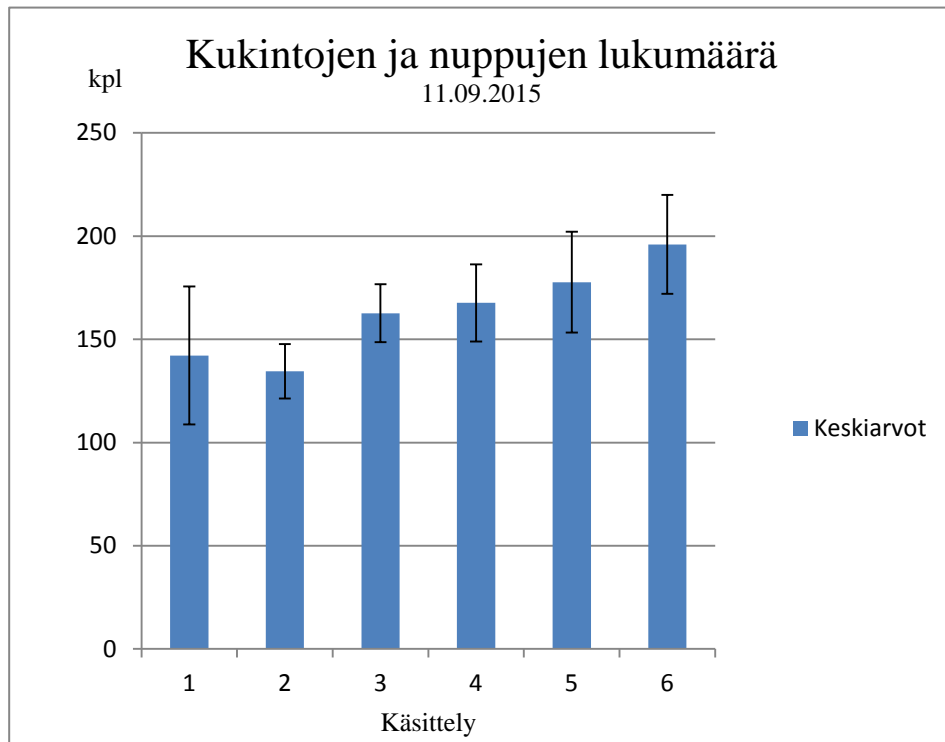
Kasvustoista laskettiin kokeen aikana kukintojen määrät. Kokeen purkuvaiheessa juuristot valokuvattiin ja niistä arvioitiin juurten määrä ja sijoittuminen paakussa. Kasvustot kuivattiin ja niistä punnittiin kuivapainot.

5.2.1 Kukintojen lukumäärät



Kuvio 3. Kukintojen lukumäärien keskiarvot kokeen aikana käsittelyittäin.

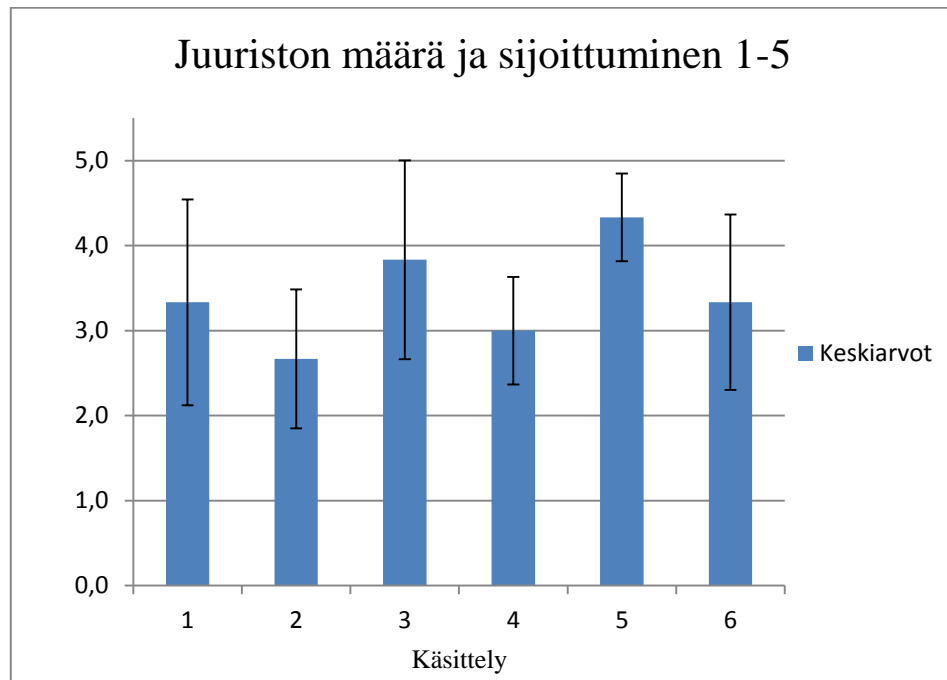
Kuviosta 3 nähdään, että kukintojen lukumäärät nousevat tasaisesti kokeen aikana kaikilla käsittelyillä. Kokeen loppupuolella, viikolla 37 kukintojen lukumäärissä on pienimmän, käsittelyn 2 ja suurimman, käsittelyn 6 välillä eroa noin 35 kukintoa. Yhdessä ruukussa oli 4 kasvia, joten yhtä kasvia kohden ero tekee noin 8 kukintoa, mikä ei ole kovin merkitsevä ero. Kukintojen lukumäärien eroja tarkastellaan tarkemmin aineiston tilastollisessa tarkastelussa, johon tulokset on analysoitu ohjelmalla JMP Pro (Taulukko 5).



Kuvio 4. Kukintojen ja nappujen lukumäärien keskiarvot ja keskihajonnat käsittelyittäin kokeen lopussa 11.09.2015.

Kokeen lopussa laskettujen kukintojen ja nappujen keskiarvoissa käsittelyn 6 keskiarvot ovat korkeimmat. Käsittelyjen 3, 4 ja 5 keskiarvot ovat samaa suuruusluokkaa keskenään. Selkeästi matalimmat keskiarvot ovat käsittelyllä 2. Käsittely 1 on samaa suuruusluokkaa käsittelyjen 3 ja 4 kanssa ottaen huomioon käsittelyjen sisäiset keskihajonnat (Kuvio 4). Aineiston tilastollisessa tarkastelussa tarkastellaan käsittelyjen välillä olevien erojen tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 6).

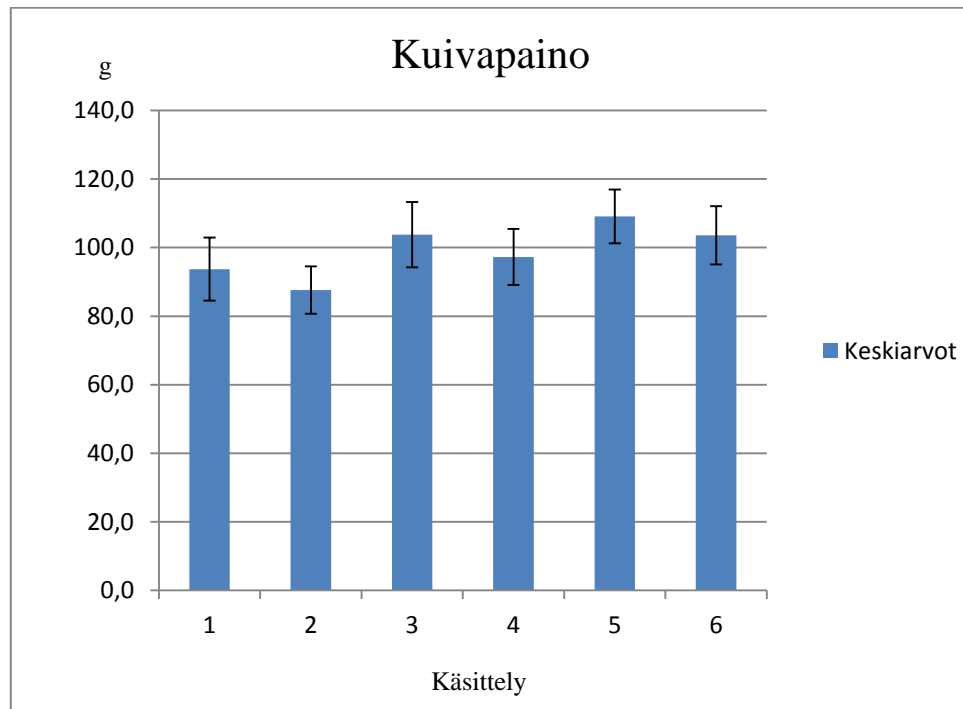
5.2.2 Juuriston määrä ja sijoittuminen



Kuvio 5. Juuriston arvioinnin keskiarvot ja keskihajonnat käsittelyittäin.

Silmämääräisesti havainnoiden juuristot olivat kaikissa käsittelyissä hyväkuntoisia ja hyvin läpijuurtuneita. Kuviosta 5 nähdään, että käsittelyllä 5 saavutettiin korkein keskiarvo juuriston arvioinnissa. Kuitenkin muilla käsittelyillä keskihajonta on suurta, esimerkiksi käsittelyn 3 keskiarvo on 3,8, mutta käsittelyn sisällä on hajontaa arvojen 2,6 ja 5 välillä. Keskihajonta on suurta kaikkien käsittelyjen sisällä. Käsittelyjen 2 ja 4 keskiarvoissa, keskihajonnat huomioon ottaen ei ole suuria eroja keskenään, mutta ne ovat kaikista käsittelyistä matalimmat. Käsittelyt 1 ja 6 ovat keskiarvot ja keskihajonnat huomioon ottaen yhtä suuria. Käsittelyillä 3 ja 5 saavutettiin korkeimmat arvot juuriston määrässä ja sijoittumisessa. Käsittelyjen välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä tarkastellaan taulukossa 6.

5.2.3 Kuivapaino



Kuvio 6. Kuivapainojen keskiarvot ja keskihajonnat käsittelyittäin

Kuviosta 6 nähdään, että käsittelyjen välillä ei ole kovin suurta eroa kuivapainoissa. Käsittelyillä 3, 5 ja 6 saatiin korkeimmat kuivapainot, käsittelyillä 2 matalimmat kuivapainot. Käsittelyjen välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä tarkastellaan taulukossa 7.

5.3 Muut havainnot ja mittaukset

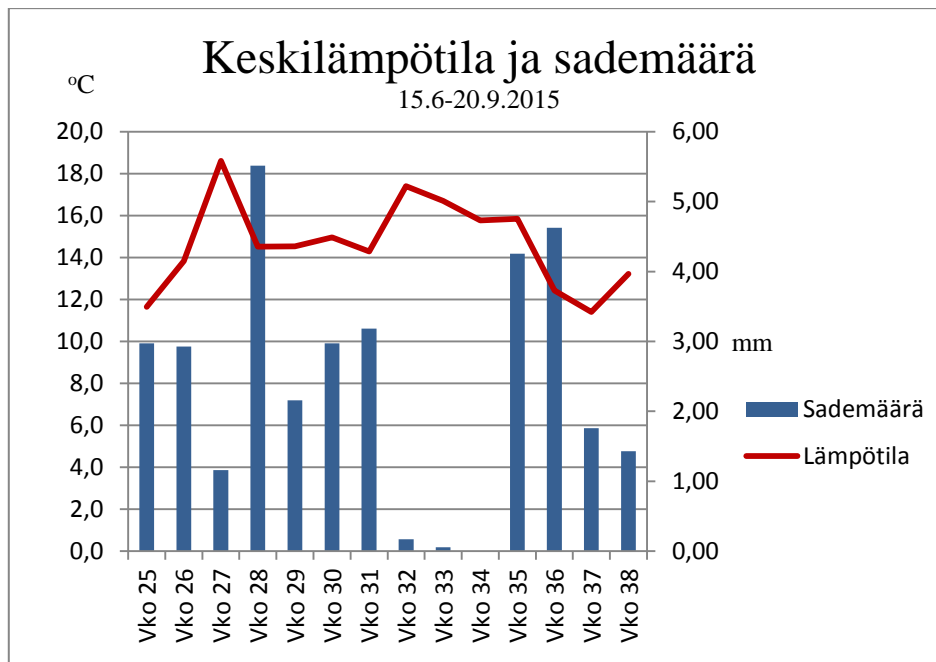
Koe järjestettiin ilman katosta, joten sääolosuhteiden muutosten vaikutuksia kasveille ei pystytty kontrolloimaan. Kasveilla havaittiin harmaahometta, joka lisääntyy kosteuden vaikutuksesta. Sademäärät (Kuvio 6) olivat ajoittain suuria, jolloin olosuhteet harmaahomeen kehittymiselle olivat optimaaliset. Harmaahomesaastunta oli kuitenkin niin pientä, ettei se vaikuttanut kasvien kasvuun tai kukintaan merkittävästi. Harmaahometta oli pääosin kuihtuneissa kukinnoissa, jotka poistettiin kukintojen laskemisen yhteydessä.

Kokeen alussa kasveissa oli havaittavissa kylmävaurioita, jotka korjaantuivat kokeen aikana. Kylmävaurioita selittävät lämpötilavaihtelut, jonka aiheutti kasvien siirto kasvihuoneesta ulkoilmaan, sekä ulkoilman matala lämpötila kokeen alkupuolella viikolla 25 (Kuvio 6).

Ryhmäsamettikukka on kestävä ryhmäkasvi, joten yleisesti ottaen kasvit kasvoivat hyvin, eikä suuria tautiongelmia syntynyt. Kaikista kokeen kasveista (144 kpl) kokeen aikana kuoli vain 3 kasvia. Kuolleisuutta voidaan selittää sääolosuhteiden vaihtelulla sekä pienellä kasvutilalla eikä kuolleisuutta voida yhdistää käsittely-, sarake- tai rivitekijöihin.

Kasvualustojen rakenne oli hyvä, eikä silmämääräisesti arvioituna suurta tiivistymistä ollut havaittavissa. Kasvualustat oli helppo kastella ja ne pidättivät hyvin vettä.

5.4 Kasvukauden lämpötila ja sademäärä



Kuvio 7. Kokeen aikaiset keskilämpötilat ja sademäärien keskiarvot viikoittain.

Kokeen aikaiset säätiedot on saatu Lepaan sääaseman mittauksista. Mittaushavainnoista on tarkasteltu sademäärää ja vuorokauden keskilämpötilaa. Säähavaintojen pohjalta on laskettu keskimääräiset sademäärät, lämpösummat, kasvukauden alkaminen sekä keskilämpötilat. Kuviossa 7 on keskilämpötilat ja keskimääräiset sademäärät viikoittain.

Kasvukausi alkoi Lepaalla 30.4.2015. Koe alkoi 15.6.2015 ja päättyi 16.9.2015. Kokeen aikainen keskilämpötila oli 14,7 °C ja keskimääräinen sademäärä vuorokautta kohden 2,4 mm. Lämpösumma kasvukauden alusta kokeen loppuun mennessä oli 1153 astetta. Suurin sademäärä kokeen aikana 27,3 mm, mitattiin 6.9.2015.

5.5 Aineiston tilastollinen tarkastelu

Mittaustulokset analysoitiin tilasto-ohjelmalla JMP Pro. Latinalaisessa neliosassa tulokset analysoidaan käsittelyjen lisäksi myös rivien ja sarakkeiden suhteen. Tulosten välisten erojen merkitsevyys analysoitiin p-luvun mukaan (Taulukko 2). Tilastollisessa tarkastelussa käsitellään kukintojen ja nuppujen lukumäärää, juuriston määrää ja sijoittumista sekä kuivapainoa.

Taulukko 2. Merkitsevyystason luokitus (Metsämuuronen 2002, 33).

Todennäköisyys	Riskitaso	Sanallinen kuvaus	Taulukko
$p < 0,001$	0,1 %	erittäin merkitsevä	***
$p < 0,01$	1,0 %	merkitsevä	**
$p < 0,05$	5,0 %	melkein merkitsevä	*

Metsämuuronen (2002, 18) mukaan p-luku kertoo havainnon ja sitä suurempien arvojen todennäköisyyden omassa jakaumassaan. Se kertoo myös nollahypoteesin hylkäämisen merkitsevyystason, esimerkiksi oliko keskiarvojen ero tilastollisesti merkitsevä.

Tilastollisen analyysin tulokset on koottu taulukoihin 3–7. Taulukosta 3 voidaan todeta, että juuristoissa, kukinnoissa sekä kuivapainoissa ei ollut merkitseviä eroja sarakkeiden eikä rivien välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että koealue on ollut tasainen olosuhteisiin nähden, jolloin voidaan pois sulkea käsittelyn sijainnin vaikutus tuloksiin. Sen sijaan käsittelyjen välillä oli melkein merkitseviä sekä merkitseviä eroja.

Taulukko 3. Juuristojen, kukintojen ja nuppujen, sekä kuivapainojen keskiarvojen p-luvut (merkitsevyystasot).

Tekijä	Juuristo	Kukintojen ja nuppujen lukumäärä	Kuivapaino
Käsittely	0,0342*	0,0017**	0,0090**
Sarake	0,2651	0,9529	0,8876
Rivi	0,1118	0,2239	0,7561

Taulukko 4. Käsittelyjen keskiarvot; juuristo, kukinnot ja nuput sekä kuivapaino.

Käsittely	Juuristo	Kukintojen ja nuppujen lukumäärä	Kuivapaino
1	3,3	142,2	93,7
2	2,7	134,5	87,6
3	3,8	162,7	103,7
4	3,0	167,7	97,3
5	4,3	177,7	109,1
6	3,3	196,0	103,6

Juuristoissa matalin keskiarvo saatiin käsittelyllä 2 ja korkein käsittelyllä 5. Kukien ja nuppujen lukumäärässä matalin keskiarvo saatiin käsittelyllä 2 ja korkein käsittelyllä 6. Kuivapainoissa matalin keskiarvo saatiin käsittelyllä 2 ja korkein käsittelyllä 5. Kaikissa mitattavissa ominaisuuksissa käsittely 2 keskiarvot olivat matalimmat (Taulukko 4).

5.5.1 Kukintojen ja nuppujen lukumäärä

Taulukko 5. Kukintojen ja nuppujen lukumäärä; merkitsevimmät erot käsittelyjen välillä.

Käsittely	Käsittely	p-luku
6	2	0,0002***
6	1	0,0006***
5	2	0,0039**
5	1	0,0142*

Kukintojen ja nuppujen lukumäärässä oli tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja käsittelyjen 6 ja 2 sekä 6 ja 1 välillä. Käsittelyjen 5 ja 2 välillä on tilastollisesti merkitseviä eroja ja käsittelyjen 5 ja 1 välillä melkein merkitseviä eroja (Taulukko 5).

5.5.2 Juuriston määrä ja sijoittuminen

Taulukko 6. Juuristo; merkitsevimmät erot käsittelyjen välillä.

Käsittely	Käsittely	p-luku
5	2	0,0025**
5	4	0,0121*
3	2	0,0254*

Juuristojen määrässä ja sijoittumisessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyjen 5 ja 2 välillä. Käsittelyn 5 juuristojen keskiarvot ovat kaikista käsittelyistä korkeimmat, kun taas käsittelyn 2 keskiarvot ovat matalimmat. Käsittelyjen 5 ja 4 sekä 3 ja 2 välillä on taas tilastollisesti melkein merkitseviä eroja. Käsittelyjen 5 ja 3 keskiarvot ovat korkeimmat ja niillä saavutetaan tilastollisesti melkein merkitseviä sekä merkitseviä eroja muihin käsittelyihin nähden (Taulukko 6).

5.5.3 Kuivapaino

Taulukko 7. Kuivapainojen merkitsevimmät erot käsittelyjen välillä

Käsittely	Käsittely	p-luku
5	2	0,0007***
3	2	0,0072**
6	2	0,0078**
5	1	0,0099**
5	4	0,0404*

Kuivapainoissa oli tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja käsittelyjen 5 ja 2 välillä. Tilastollisesti merkitseviä eroja taas oli käsittelyjen 3 ja 2, 6 ja 2, sekä 5 ja 1 välillä. Melkein merkitseviä eroja oli käsittelyjen 5 ja 4 välillä (Taulukko 7).

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kasvukauden matalat lämpötilat ja suuret sademäärät vaikuttivat astiakokeen tuloksiin. Heinonen ym. (1992, 247) toteavat, että kenttäkokeiden tulokset eivät ole täysin päteviä muuten kuin kokeen suorituspaikalla ja sillä viljelykasvilla, joka on ollut koekasvina. Sääolot vaikuttavat tuloksiin, joten usein tarvitaan useamman vuoden tulokset kattavan ravinnetarvearvion pohjaksi.

Ryhmäsamettikukka kasvoi ja kukki kaikilla käsittelyillä koko kokeen ajan, mutta herkempi kasvi ei välttämättä olisi menestynyt yhtä hyvin. Toisaalta taas kokeen tavoitteena oli vertailla eri tavalla lannoitettujen kasvualustaseosten vaikutuksia kasvien kasvuun astiataimituotannossa, joka useimmiten Suomessa toteutetaan avomaalla. Kokeen avulla nähtiin, kuinka kasvualustaseokset käyttäytyvät avomaalla sekä kuinka niiden sisältämät ravinteet riittävät kasvien kasvuun ja kukintaan. Astiataimituotannossa kasvien viljely voi kestää useita vuosia, joten peruslannoituksen lisäksi tarvitaan myös hoitolannoitusta, joten ei voida olettaa, että kasvualustaseosten ravinteet riittäisivät usean kasvukauden tarpeisiin.

Kasvualustojen rakenne oli hyvä, sillä ne eivät painuneet kasaan koko kokeen aikana. Koekasvina ryhmäsamettikukka oli vaihtelevia sääolosuhteita kestävä, mikä oli kokeen kannalta sekä hyvä että huono ominaisuus. Koska ryhmäsamettikukka on kestävä ja olosuhteisiin sopeutuva kasvi, ravinteiden tai kasvualustan vaikutuksia kasvin viihtyvyyteen ei voida suoraan sanoa. Kokeeseen olisi ollut perusteltua valita lisäksi herkempi kasvi, jolloin olisi voitu verrata myös koekasveja keskenään. Herkemällä kasvulla olisi myös mahdolliset ravinnepuutokset tai liialliset ravinnemäärät havaittu paremmin.

Kasvualustamittausten vesitulavuuksia ja johtokykyä ei voida suoraan tulkita. Vesitulavuudet olivat kokeen aikana matalia, vaikka kasvukausi oli sateinen. Anturin ja mittarin tarkkuus ei ole täysin varmaa, eikä mittauksia tehty muilla mittareilla tai menetelmillä. Mittaria ei kalibroitu kokeen alussa, eikä sen aikana, joten vesitulavuuksista tai johtokyvyistä ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä.

Katoksen alla koekasvien kastelua olisi pystytty kontrolloimaan paremmin, jolloin kasvualustojen kosteusmittauskin olisi ollut tärkeämmässä roolissa. Katosta käytettäessä ei kuitenkaan olisi nähty, kuinka kasvualustat käyttäytyvät astiataimituotannossa avomaalla tai kuluttajakäytössä tai-vasalla.

Juuristojen kunnossa ja sijoittumisessa, sekä kuivapainoissa saatiin korkeimmat keskiarvot käsittelyllä 5, joka oli epäorgaanisesti lannoitettu. Tulokset olivat odotettavissa, sillä kyseinen lannoite on kaupallisilla markkinoilla hyväksi havaittu tuote, joka oli tässä kokeessa verranteena orgaanisesti lannoitettuihin kasvualustaseoksiin. Juuristojen kunnossa ja sijoittumisessa sekä kuivapainoissa toiseksi korkeimmat keskiarvot saatiin käsittelyllä 3, joka oli kalkittu ja orgaanisesti peruslannoitettu kasvualustaseos.

Kukintojen ja nuppujen lukumäärissä korkeimmat keskiarvot saatiin käsittelyllä 6, joka oli kalkittu ja orgaanisesti peruslannoitettu. Orgaanisesti peruslannoitetun käsittelyn 2 keskiarvot kukintojen ja nuppujen lukumäärissä, juuristojen määrässä ja sijoittumisessa sekä kuivapainoissa olivat kaikista käsittelyistä matalimmat. Tulokset viittaavat siihen, että sen sisältämä ravinnemäärä on liian korkea, jolloin kasvin kasvu ja kukinta häiriintyy. Tätä tulkintaa puoltaa myös verrannealustalla 1 saadut tulokset. Verrannealusta 1 oli kalkittu, mutta lannoittamaton kasvualustaseos. Lannoittamattomalla käsittelyllä 1 saatiin toiseksi matalimmat keskiarvot kukintojen ja nuppujen lukumäärissä sekä kuivapainoissa. Juuriston määrässä ja sijoittumisessa taas saatiin kolmanneksi korkein keskiarvo lannoittamattomalla käsittelyllä 1.

Orgaanisesti lannoitetuista käsittelyistä käsittely 3 voisi tulosten perusteella korvata epäorgaanisesti lannoitetun käsittelyn 5. Epäorgaanisesti lannoitetujen kasvualustatuotteiden asema markkinoilla on kuitenkin niin vaikiintunut, että orgaanisesti lannoitetuilla tuotteilla ei suoraan korvata epäorgaanisesti lannoitettuja tuotteita. Tulosten perusteella voitaisiin siis suositella käsittelyä 3 uudeksi kasvualustatuotteeksi jo markkinoilla olevien tuotteiden rinnalle.

Vaikka kesä 2015 oli viileä ja sateinen, käsittelyn 3 ravinteet riittivät ryhmäsamettikukan kasvuun ja kukintaan. Kokeen tuloksia ei kuitenkaan voida suoraan soveltaa kaikille astiataimille, ruukkukasveille ja ryhmäkasveille, sillä ryhmäsamettikukka on kestävä ja olosuhteisiin sopeutuva kasvi, eikä tiedetä kuinka herkemmat kasvilajit kasvaisivat kasvualustaseoksessa. Tämän perusteella suositellaan uusimaan astiakoe eri kasvilajeilla. Tulevat kokeet voisi myös perustaa katoksen alle, jotta sademääriä pystytään kontrolloimaan. Tarkempia kasvualustamittauksia olisi tarpeen myös tehdä, jotta tiedetään tarkemmin kasvualustan ravinnepitoisuudet, pH sekä lämpötila.

Käsittelyn 3 kasvualustaseosta voitaisiin kokeen tulosten perusteella suosittelaa kuluttajakäyttöön sekä ammattikäyttöön ryhmäkasveilla, joiden ravinnevaatimukset ovat samanlaiset kuin ryhmäsamettikukalla. Backmanin (2007, 52) mukaan näitä matalan ravinnetarpeen kasvisukuja ovat esimerkiksi *Argyranthemum*, *Callistephus*, *Dianthus*, *Diascia*, *Gazania*, *Impatiens*, *Lobelia*, *Sutera*, *Thunbergia*, *Verbena* ja *Viola*. Ammattikäytössä kasvualustaseoksen käyttökohteita voisivat olla julkisten tilojen ryhmäkasvi-istutukset ja ryhmäkasvien viljelyssä ampelikasvit, joilla usein käytetään pitkävaikutteisia lannoitteita (Backman 2007, 51).

LÄHTEET

- Backman, T. & Salonen, K. 2007. Ryhmäkasvien viljely & ryhmäkasvi-tuotannon talous. Kauppapuutarhaliitto ry. Tuotanto-osaston julkaisu n:o 19. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto ry.
- Euroopan komissio. Lehdistötiedote. 17.03.2016. Uusi asetus vauhdittamaan orgaanisten ja jättepohjaisten lannoitteiden käyttöä kiertotaloudessa. Viitattu 20.05.2016. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-827_fi.htm
- Gottberg, C-J., Gottberg, L. & Alanko, P. 1992. Otavan Puutarhakirja. 8. painos. Helsinki: Otava.
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kempainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Porvoo: WSOY.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uud. p. Helsinki: Tammi.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Raportteja 32. Helsingin Yliopisto. Ruralia-instituutti. Viitattu 19.01.2015. <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja32.pdf>
- Järvinen, M., Karjalainen, K. & Vuollet, A. 2016. Kasvihuoneviljely: tuotantotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- Kanniainen, T. 1997. Kasvualustat ja kasteluvesi. Teoksessa Koivunen, T. (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Helsinki: Opetushallitus, 121–139.
- Kanniainen, T. 1997. Kasvinravinteet ja lannoitus. Teoksessa Koivunen, T. (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Helsinki: Opetushallitus, 141–156.
- Kalkitusyhdistys, 1999. Puutarhurin kalkitusopas. Helsinki: Kalkitusyhdistys.
- Kleemola, J. & Partanen, E. 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja n:o 1071. Tieto tuottamaan n:o 127. Vantaa: ProAgria keskusten Liitto.
- Lannoitevalmistelaki 539/2006. Viitattu 22.05.2016. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>
- Lim, T. K. 2014. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 7, Flowers. Alankomaat: Springer.
- Luonnonvarakeskus, 2016. Puutarhatilastot 2015. Ryhmäkasvien viljely kasvihuoneessa 2015. Viitattu 03.05.2016. http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/?tablelist=true&rxid=a286b0a1-7886-437b-8ae5-1d7b25a3ce9c

Maatalouskeskusten Liitto, 1991. Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja nro 785. Tieto tuottamaan 55. Kalkitusopas. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto.

Metsämuuronen, J. 2002. Tilastollisen päättelyn perusteet. Metodologia-sarja 3. 2. uud. p. Helsinki: International Methelp.

Pulli, S. & Kaukovirta, E. 1975. Kenttäkoetekniikan perusteita kasvintuotantotieteiden opiskelijoille. Helsinki: Helsingin Yliopisto, Puutarhatieteen laitos.

Puustjärvi, V. 1987. Puutarhakasvien ravinnetalous. Puutarhaliiton opas n:o 33. Helsinki: Puutarhaliitto.

Puustjärvi, V. 1991. Kasvu ja kasvun hallinta kasvihuoneviljelyssä. Kauppapuutarhaliitto ry. Tuotanto-osaston julkaisu n:o 10. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto.

Pynnönen, S. n.d. Tilastollinen koesuunnittelu ja varianssianalyysi. Luentomateriaalit. Vaasan Yliopisto. Matemaattisten tieteiden laitos. Viitattu 10.05.2016.

<http://lipas.uwasa.fi/~sjp/Teaching/doe/lectures/doec4.pdf>

Rajala, J. 2006. Maan viljavuus. Teoksessa Rajala, J., Schepel, I. ym. Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Helsingin yliopisto, maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, 51–102.

Sirviö, J. 2004. Viheralueiden kasvualustat. Viherympäristöliitto ry:n julkaisu 31. Helsinki: Viherympäristöliitto.

Soini, T. 2009. Viherrakentajan käsikirja. Uud. täyd. p. Viherympäristöliiton julkaisu 44. Helsinki: Viherympäristöliitto.

Suomen Lajitietokeskus. Pinkka oppimisympäristö: Puutarhakasvitiede 1: Perennat ja ryhmäkasvit. Lajikortti. Viitattu 18.01.2016.

<http://laji.fi/taxon/MX.41545?locale=fi>

Tahvonen, R. 2015. Viljelyolosuhteiden hallinta nykyaikaisessa kasvihuoneutuotannossa. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto.

Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. 2010. VTT Tiedotteita 2550. Espoo. Viitattu 03.03.2016.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf>

Vapo Oy. 2010. Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje. 1. korjattu versio. Viitattu 19.01.2016.

http://www.vapo.fi/filebank/282-5040-kasvuturve_laatuohje_1_10_2010.pdf

JUURISTO PÄÄLTÄ JA SIVULTA KUVATTUNA



KASVUSTON VALOKUVAUS SIVULTA 17.6.2015 JA 13.9.2015



KASVUSTON VALOKUVAUS PÄÄLTÄ 17.6.2015 JA 13.9.2015

