



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 55/2016

Ruokohelpi- ja järvivuokopohjaisten materiaalien soveltuvuus tomaatin kasvualustaksi

Liisa Särkkä, Päivi Tuomola ja Kari Jokinen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2016

Ruokohelpi- ja järviruoko- pohjaisten materiaalien soveltuvuus tomaatin kasvualustaksi

Loppuraportti

Liisa Särkkä, Päivi Tuomola ja Kari Jokinen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2016



ISBN: 978-952-326-301-7 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-302-4 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-302-4>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Liisa Särkkä, Päivi Tuomola ja Kari Jokinen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2016

Kannen kuva: Liisa Särkkä

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Liisa Särkkä¹⁾, Päivi Tuomola¹⁾ ja Kari Jokinen²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus Kaarina/Piikkiön toimipiste, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö

²⁾Luonnonvarakeskus Helsinki/Viikin toimipiste, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Ruokohelpi- ja järviruokopohjaisten rajoitettujen kasvualustojen soveltuvuutta kasvihuonetomaatin 'Encore' viljelyyn tutkittiin Luonnonvarakeskuksen Kaarina/Piikkiön toimipisteen kasvihuoneessa tammi-heinäkuussa 2016. Tomaattien kasvua, sadontuottoa, kastelua ja lannoitusta sekä juuriston kuntoa verrattiin kaupalliseen turvepohjaiseen alustaan sekä kivivilla-alustaan.

Ruokohelpi- ja järviruokopohjaiset kasvualustat toimitti Kiteen Mato ja Multa Oy valmiiksi pakatuina 50 cm:n pituisina, 20 cm leveinä ja 10 cm korkeina säkkeinä, volyymi 10 litraa. Koealustoina olivat ruokohelpi (maaduttamaton eli kuiva) + järviruoko (kesäkorjattu) (50/50 %), ruokohelpi (esimaadutettu ja kuiva) ja ruokohelpi (esimaadutettu ja kuiva)+ turve (80/20 %). Prosentit ovat tilavuuden mukaan. Turvepohjainen kasvualusta oli Kekkilä Oy:n vihanneslevy 9 litran volyymillä ja kivivilla-alustana oli Cultilene Excellent 12 litran volyymillä.

Satotuloksissa ruokohelpi+järviruokoalustasta saatiin yhtä hyvät sadot kuin kivivillasta ja turvepohjaisesta kontrollista, viikoittain koko jaksolle laskettuna 1. luokan hedelmiä saatiin noin 2 kg/m². Pelkkä ruokohelpialusta ja turvelisäys ruokohelpialustassa eivät pärjänneet yhtä hyvin satotuloksissa kuin ruokohelpi+järviruokoalusta.

Kasvualustoissa oli kaksi 1,1 litra/tunti kastelutippua yhtä tainta kohden. Kasteluvesi jakautui täten tasaisemmin kasvualustaan ja kertakastelu oli helpompi annostella pieninä määriä. Pelkkä ruokohelpialusta pysyi kuitenkin muita märempanä. Sen kastelu oli haasteellista, koska kasvualusta oli tiivistynyt. Viljelykokeen alussa ruokohelpi+järviruokoalusta kulutti muita enemmän typpeä. Oletettavasti jonkin asteista maatumista tapahtui eli mikrobit kuluttivat typpeä. Typpilannoitusta lisättiin ja muutaman viikon kuluttua typenkulutus tasaantui.

Juuriston kunto kokeen lopussa oli hyvä kaikissa kasvualustoissa. Kaikkien ruokohelpipohjaisten kasvualustojen sisällä oli paljon ohuita juuria. Turvepohjaisessa alustassa oli runsaasti paksuja juuria. Yleensä paksut juuret ovat vedenottoa ja ohuet juuret ravinteidenottoa varten. Ruokohelpipohjaisissa alustoissa oli myös kompostilieroja, jotka liikkueessaan tekevät alustoihin käytäviä ja siten parantavat alustojen happitilaa. Lieroja ei ollut turvepohjaisessa eikä kivivilla-alustassa.

Tomaattien viljelyä olisi voinut jatkaa koeaikaa kauemmin, koska kasvustot olivat hyvässä kunnossa ja valmistuvia hedelmäterttuja oli runsaasti. Ruokohelpi ja järviruoko materiaalien yhdistelmä osoittautui kilpailukykyiseksi kasvualustaksi sadon tuoton kannalta verrattuna kaupalliseen turvepohjaiseen- ja kivivilla-alustaan.

Asiasanat: ruokohelpi, järviruoko, turve, kivivilla, tomaatti, sato, kastelu, lannoitus, kasvihuone

Abstract

Liisa Särkkä¹⁾, Päivi Tuomola¹⁾ ja Kari Jokinen²⁾

¹⁾Natural Resources Institute Finland, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö

²⁾Natural Resources Institute Finland, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Applicability of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) and common reed (*Phragmites australis* Cav.) based materials were studied as limited growing media for cultivation of greenhouse tomato cv. Encore in Natural Resources Institute's greenhouse in Piikkiö between January and July 2016. Crop production, plant growth, irrigation, fertilization and roots were compared to commercial peat based medium and rockwool.

Reed canary grass and common reed based growing media was delivered by the company Kiteen Mato ja Multa. Growing media was packed in black-white plastic, which was 50 cm long, 20 cm wide, 10 cm height and volume 10 l. Treatments were reed canary grass (dry material)+common reed (summer harvest) (50/50 v- %), reed canary grass (pre decomposed and dry material) and reed canary grass (pre decomposed and dry material)+peat (80/20 v- %). Control growing media were Kekki-la growth board (peat based, 50x20x9 cm) and Cultilene Excellent rockwool slab (50x24x10 cm).

Tomato yield in reed canary grass+common grass growing media was as high as in rockwool and growth board. Weekly average yield (class 1 fruits) was 2 kg m⁻². Pure reed canary grass and together with peat had slightly lower yield than reed canary grass+common grass.

We used two 1.1 litre per hour per plant drips for fertigation. Water spread more evenly through growing media and small portions were easier to deliver. Reed canary grass growing media remained wetter than the other media. Irrigation was challenging, because this growing medium was compacted. At the beginning of the trial reed canary grass+common reed growing media consumed more nitrogen than other media. Presumably some degree of decomposition happened, i.e. microbes consumed nitrogen. Nitrogen fertilization was increased and after few weeks nitrogen consumption stabilized.

Condition of roots at the end of the experiment was good in every growing media. Inside reed canary grass based growing media there were a lot of thin roots. In peat based control media there were plenty of thick roots. Usually thick roots are for water uptake and thin roots for nutrition uptake. Reed canary grass based growing media included brandling worms, which make tunnels inside the media and improve oxygen availability for roots. No brandling worms were in control media.

Tomato cultivation could have been continued longer than in this research, because vegetation was in good condition and there were plenty of unripe fruit clusters. Reed canary grass in combination with common reed turned out to be a competitive growing medium relative to fruit production compared to commercial peat based growth board and rock wool slab.

Key words: reed canary grass, *Phalaris arundinacea* L., common reed, *Phragmites australis* Cav., peat, rock wool, tomato, yield, irrigation, fertilization

Sisällys

1. Tausta	6
2. Aineisto ja menetelmät	7
2.1. Koejäsenet ja koejärjestely	7
2.2. Viljelyolosuhteet	7
2.2.1. Valotus	7
2.2.2. Lannoitus ja kastelu.....	8
2.2.3. Lämpötila, hiilidioksidi ja jäähtytys.....	8
2.2.4. Kukkien pölytys ja kasvinsuojelu	8
3. Tulokset	9
3.1. Sadon määrä ja laatu eri kasvualustoissa	9
3.2. Kasvihavainnot kokeen lopussa	11
3.3. Kasvien kastelu ja lannoitus kokeen aikana	12
3.4. Juuristo- ja kasvialustahavainnot.....	17
4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	18

1. Tausta

Kasvihuonetomaatti on yksi tärkeimmistä kasvihuoneissa viljellyistä vihanneksista Suomessa. Sen viljelypinta-ala vuonna 2015 oli 113 ha ja tuotantomäärä oli 39 miljoonaa kiloa (Luke Puutarhatilastot 2016). Tomaattia viljellään pääasiassa rajoitetuissa kasvualustoissa, joiden tilavuus on suhteellisen pieni. Kasveja kastellaan ja lannoitetaan kasvihuoneautomaatiikan avulla. Käytetyimpiä kasvialustamateriaaleja ovat turve ja kivivilla. Näille materiaaleille halutaan löytää korvaavia materiaaleja, koska ne eivät ole kestävän kehityksen mukaisia vähäisen hiilijalanjäljen omaavia materiaaleja. Joissakin Euroopan maissa turpeen käyttö pyritään kieltämään kokonaan. Kasvihuonetomaatin luomuviljely on Suomessa vielä vähäistä, mutta luomutuotteiden kysyntä on suurempaa kuin tuotanto. Luomutuotantoon tulee löytää hyviä turpeen ja kivivillan veroisia kasvialustamateriaaleja, jotta luomuviljelystä saadaan entistä tehokkaampaa.

Kiteen Mato ja Multa Oy valmistaa kierrätettävistä ja kompostoiduista materiaaleista kasvien kasvialustoja, jotka ovat sopivia myös luomuviljelyyn. Tässä hankkeessa tutkittiin ruokohelpin ja järviruokan soveltuvuutta kasvialustamateriaaliksi kasvihuonetomaatilla. Kiteen Mato ja Multa Oy toimitti kokeen ruokohelpi- ja järviruokopohjaiset valmiit kasvialustat. Ruokohelpeä viljellään pelloilla ja järviruokoa voidaan kerätä rannoilta. Kerättyä materiaalia voidaan kompostoida ja valmistaa rajoitettuja kasvialustoja kasvihuonekasvien käyttöön. Kyseisistä raaka-aineista valmistettuja kasvialustoja verrattiin kaupallisiin turve- ja kivivilla-alustoihin Luonnonvarakeskuksen Kaarina/Piikkiön toimipisteen kasvihuoneessa tammikuun lopusta ja heinäkuun loppuun 2016.



2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Koejäsenet ja koejärjestely

Koejäseninä olivat eri kasvualustat:

1. Ruokohelpi (maaduttamaton eli kuiva) + järviruoko (kesäkorjattu) (50/50 tilavuus-%),
2. Ruokohelpi (esimaadutettu ja kuiva),
3. Ruokohelpi (esimaadutettu ja kuiva) + turve (80/20 tilavuus-%),
4. Kekkilän vihanneslevy, turvepohjainen, kontrolli
5. Cultilene Excellent kivivillalevy, kontrolli

Ruokohelpipohjaisia koejäseniä 2 ja 3 oli peruskalkittu dolomiittikalkilla, muuta peruslannoitusta ei annettu. Kasvualustat oli valmiiksi pakattu valkopintaiseen muoviin, jotta vertailu kontrolleihin oli mahdollisimman yhdenvertainen. Ruokohelpipohjaisten kasvualustojen pituus oli 50 cm, leveys 20 cm ja korkeus 10 cm. Kokonaisvolyymi oli 10 litraa. Ruokohelpipohjaisiin viljelysäkkeihin laitettiin raaka-ainetta irtotilavuutena 16-18 l/säkki. Kontrollialustojen tilavuus kokeen alussa oli vihanneslevyssä 9 litraa (50 x 20 x 9 cm) kostutuksen jälkeen ja kivivillassa 12 litraa (50 x 24 x 10 cm).

Tomaatin taimet tulivat kivivillakuutioissa Sigg-Plant Oy:ltä. Tomaattilajike oli 'Encore'. Koe alkoi, kun kasvit istutettiin 29.1.2016, kolme tainta/säkki. Istutustiheys oli 2,11 kpl/m². Tomaatin sadonkorjuu alkoi 21.3. Koe lopetettiin 1.8.2016.

Kasvihuoneosastossa koekasvit olivat viljelykouruissa neljässä viljelyrivissä. Molemmissa reunoissa sekä rivien päissä oli suojataimet. Koe arvottiin nk. rivi-sarake-koejärjestelyn mukaan. Jokaista koejäsentä oli kaikkiaan neljä säkkiä. Puolet taimista alaslaskettiin kasvien kasvaessa viljelyrivin loppupäätä kohti ja toinen puoli alkupäätä kohti. Sadon ja kasvuston mittaustulokset analysoitiin SAS mixed ohjelmistolla ja parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn HSD testillä.

Satoa kerättiin kolme kertaa viikossa. Se lajiteltiin ykkösluokkaan, kakkosluokkaan ja muut sekä laskettiin ja punnittiin luokittain. Tyhjätkukatertut laskettiin ennen poistoa. Kasvustoa hoidettiin normaalin käytännön mukaan. Kokeen lopussa jokaisesta koealustasäkistä mitattiin kahdesta kasvista pituus, lehtien, terttujen ja poistettujen lehtien lukumäärät sekä varren ja lehtien tuore- ja kuivapainot. Kasvissa olleet vihreät hedelmän havainnoitiin myös kokeen lopussa. Kokeen lopussa kasvualustoja tutkittiin visuaalisesti.

2.2. Viljelyolosuhteet

2.2.1. Valotus

Kasveja valotettiin kokeen alussa suurpainenatriumlampuilla Philips Master SON-T Pia 400 W latvuston yläpuolelta 345 W/m² asennusteholla (valotusteho koealalla). PAR-valo mitattiin ennen kasvien istutusta kahdelta eri korkeudelta (LI-COR quantum sensor LI-190 SA, LI-COR Inc., USA). Ylätukivaijerin alapuolella latvuston (267 cm maasta) korkeudella valomäärä oli 533 μmol/m²s ja 73 cm maasta, 20 cm varren laskutuen yläpuolella 330 μmol/m²s. Valotusaika oli 17 h/d klo 5-22. Valotusaikaa lyhennettiin kevään edetessä siten, että 15.2. valotusaika oli 16 h/d, 1.3. valotusaika oli 15 h/d, 14.3. valotusaika oli 14 h/d, 21.3. valotusaika oli 13 h/d, 29.3. valotusaika oli 12 h/d ja 3.5. valotus lopetettiin kokonaan. Päivällä valojen sammumisen säteilyrajana oli 300 W/m².

2.2.2. Lannoitus ja kastelu

Jokaiselle kasvualustalle oli oma kastelulinja, joten koejäsenen veden käytön mukaan voitiin säädellä kasteluveden määrää ja annostelutiheyttä. Lannoiteluosta voitiin myös muuttaa tarvittaessa, koska runkolinjoja lannoitteen sekoittajalta oli kolme. Jokaiselle taimelle laitettiin kaksi kastelutippua (1,1 litraa tunnissa tippu). Siten kastelukertoja voitiin antaa useita pienillä vesimäärillä vuorokaudessa ja kasteluvesi jakautui tasaisemmin kasvualustaan kuin yhdellä tipulla. Jokaisen koejäsenen yhdestä säkistä mitattiin ylivalueen veden määrä päivittäin ja sen mukaan säädettiin kastelun määrä. Yhdestä kastelutippuparista mitattiin kasteluveden määrä koejäsenittäin. Jokaisessa kasvualustassa oli myös kosteusanturit seurantaan varten (Stevens Hydra Probe, USA, tensiometri Itumic TN-70). Kerran viikossa mitattiin kaikista koealustoista Cultilene W.E.T. (Hollanti) mittarilla kosteus- ja johtokykykemat. Toteutuneet kastelut, valumat ja kasvin vedenkäyttö esitetään tuloksissa.

Lannoitteina käytettiin Tomaatin viljelmäkohtainen Superex (Kekkilä Oy, Suomi), CaN-lannoitetta (Duslo, Slovakia), MgN-lannoitetta (Haifa, Israel) ja typpihappoa 60 % (Yara Oy, Suomi). Typpihappoa lisättiin jokaiseen emoliuossäiliöön. Lannoituksen toteutuminen esitetään tuloksissa. Valumavedestä mitattiin kerran viikossa ravinteiden määrää (NO₃-N, K ja Ca sekä johtokyky ja pH). Ravinteet mitattiin Horiba (Japani) pikamittareilla, johtokyky EC-93 mittarilla (Nieuwcoop, Hollanti) ja pH pH-95-mittarilla (Nieuwcoop, Hollanti). Tulosten perusteella säädettiin kasvien saaman lannoiteluoksen väkevyyttä. Kokeen lopussa jokaisesta koealustasta mitattiin puristenesteiden ravinnepitoisuus, johtokyky ja pH.

2.2.3. Lämpötila, hiilidioksidi ja jäähdytys

Lämpötilaa mitattiin kasvihuoneautomaatiikalla (ItuCAG MS 100, Itumic Oy, Suomi). Kasvihuoneessa oli Novarbon (Suomi) pisaraverhoon perustuva jäähdytysjärjestelmä, jota käytettiin 11. helmikuuta lähtien. Siten tuuletusluukkuja voitiin pitää suurin osa ajasta kiinni ja hiilidioksidipitoisuutena oli 800 ppm suurimman osan aikaa. Yöllä hiilidioksidia ei syötetty. Hiilidioksina käytettiin puhdasta kaasua (Aga Oy, Suomi). Jäähdytyslaitteen ollessa pysähdyksissä tuulettimet kierrättivät kasvihuoneen ilmaa. Toteutuneet huoneilman lämpötilat, ilman suhteelliset kosteudet ja hiilidioksisipitoisuudet kuukausittain vuorokausien keskiarvoina on Liitteessä 1.

2.2.4. Kukkien pölytys ja kasvinsuojelu

Kukkien pölytys tehtiin aluksi käsin täristämällä ja sähköhammasharjalla. Kimalaispesä otettiin käyttöön viikolla 8 ja seuraavat viikolla 14 ja 23.

Kasvustoon levitettiin ansarijauhiaisten, ripsiäisten, vihannespunkkien ja kirvojen ennakkotorjuntana viikoilla 5, 7 ja 10 *Macrolophus pygmaeus* -jauhiaisluteita. Lisäksi käytettiin ansarijauhiaisten ennakkotorjuntana *Encarsia formosa* -jauhiaiskiilukaisia.

Harsosääskiä esiintyi kokeen alussa, niiden lisääntyminen saatiin pidettyä kontrollissa kastelemalla alustat *Steinernema feltiae* -isosukkulamatoliuksella viikoilla 6 ja 8.

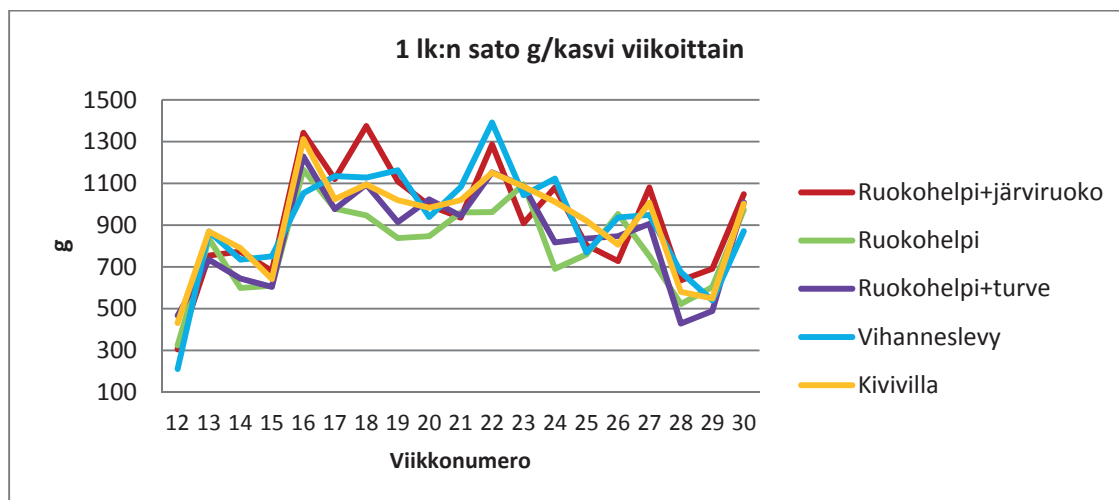
Juuristotautien torjumiseksi kasteltiin kaikki alustat viikolla 6 *Gliocladium catenulatum* -Prestop WP –valmisteella. Biologinen kasvinsuojelu toimi kiitettävästi.

3. Tulokset

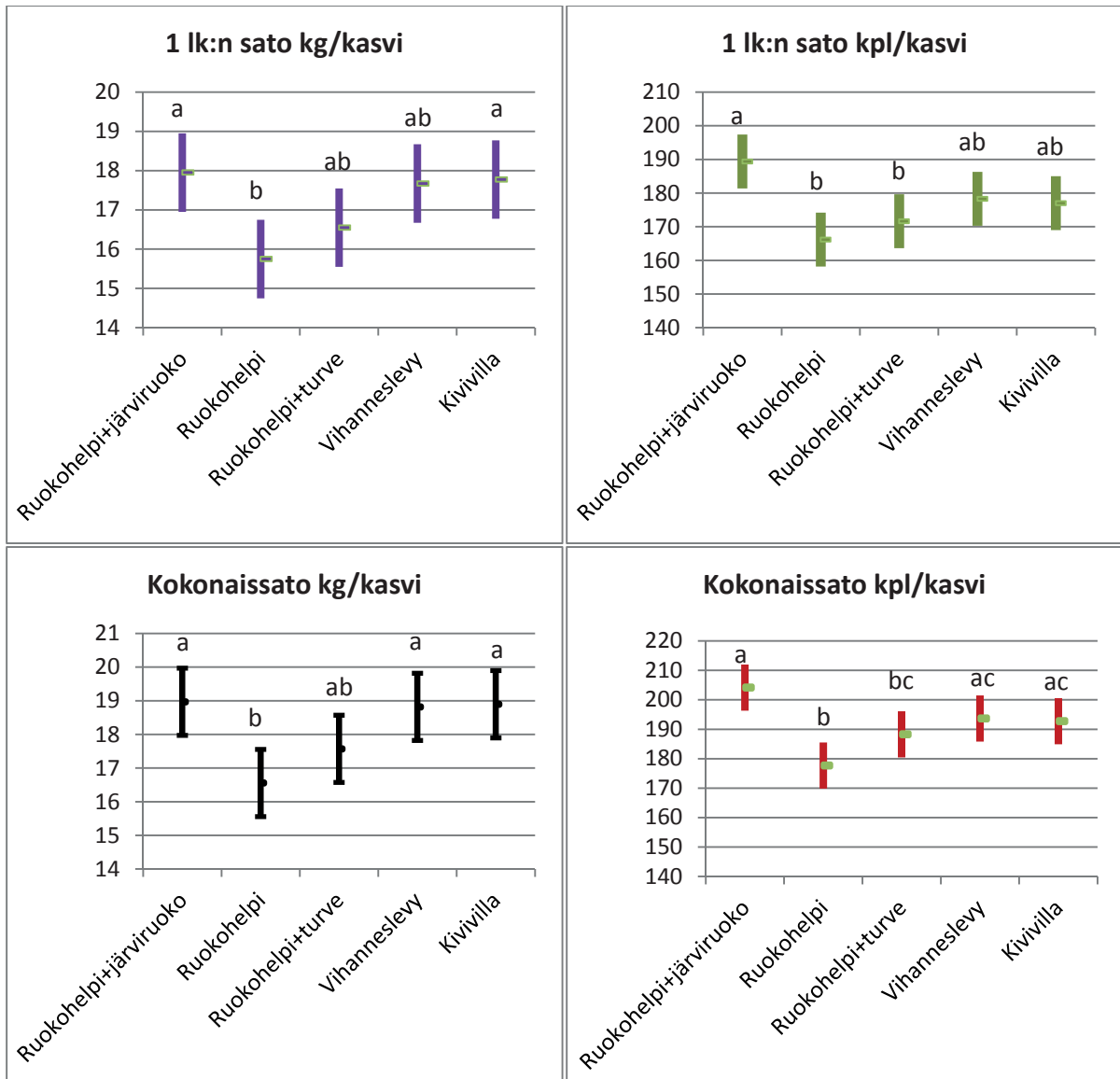
3.1. Sadon määrä ja laatu eri kasvualustoissa

Kokeen aikana satoa kerättiin kalenteriviikkoina 12-30 (16.3. alkaen) yhteensä 19 viikkoa. Kuvassa 1 on tomaatin sadot viikoittain. Ruokohelpialustalla kasvaneiden tomaattien viikkosadot ovat etenkin viikkoina 17-23 muita alemmat. Kuvassa 2 on satotulokset koko viljelyajalta. Ruokohelpi+järviruokokoejäsenestä saatiin hieman korkeammat keskimääräiset sadot kuin muista kasvualustoista. Sadon hajonta oli kuitenkin siinä määrin suuri, että tilastollisesti ei voida sanoa erojen olleen merkitseviä verrattuna kontrollialustoihin vihanneslevyyn ja kivivillalevyyn. Tomaatin 1. luokan sato ruokohelpi- ja osittain ruokohelpi+turvealustassa olivat tilastollisessa tarkastelussa ruokohelpi+järviruokoa alhaisemmat, mutta eivät kontrollialustoja alhaisempia. Kokonaissadoissa erot olivat selvemmat. Koko satokauden viikoittainen keskimääräinen 1. luokan sato oli ruokohelpi+järviruoko-alustasta 2 kg/m². Ensimmäisen luokan hedelmän keskipaino oli ruokohelpi+järviruokoalustasta ja ruokohelpialustassa 95 g, ruokohelpi+turvealustassa 96 g, vihanneslevyssä 99 g ja kivivillalevyssä 100 g.

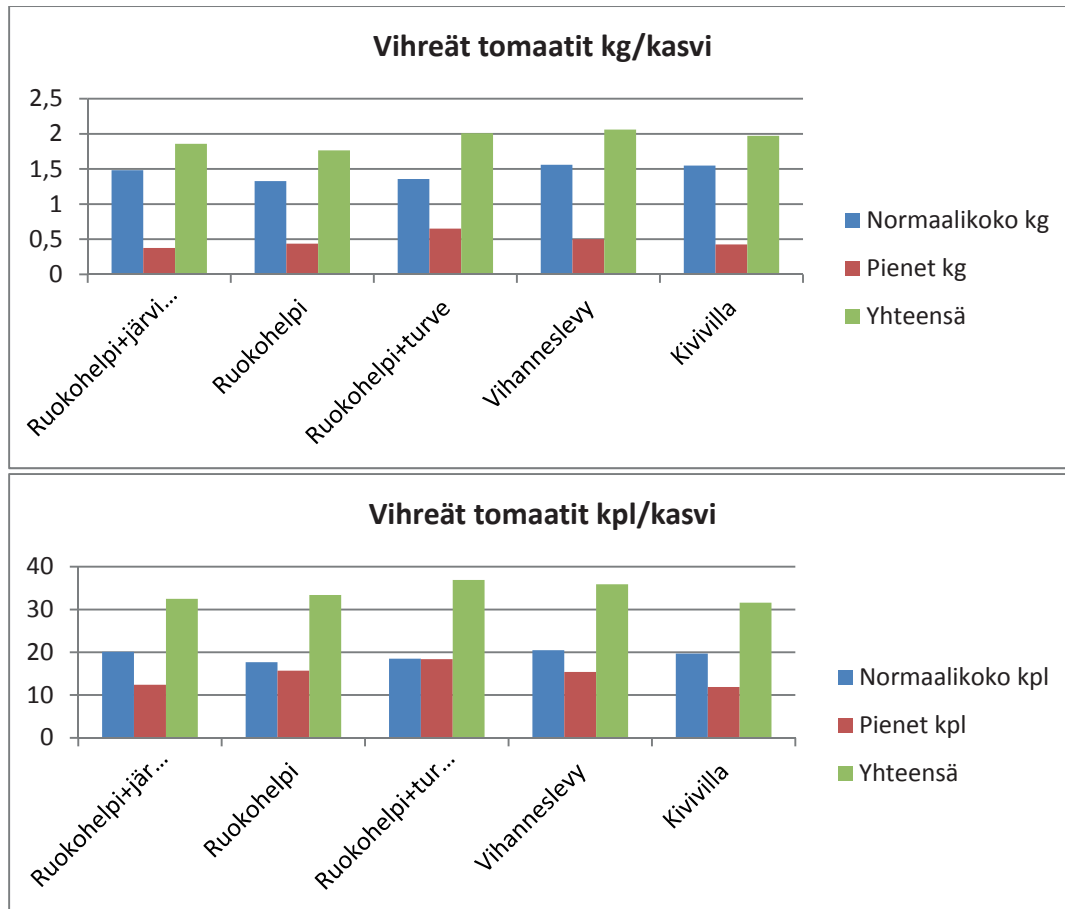
Kokeen lopussa kerättiin vihreät hedelmät, jotta nähtiin tuleva satopotentiali (Kuva 3). Hedelmien koon kasvua on vaikea ennustaa, mutta tässä vaiheessa vain ruokohelpeä sisältävän alustan hedelmät olivat muita kevyempiä. Määrällisesti vihanneslevyssä ja ruokohelpi+turve-alustoissa oli eniten hedelmiä. Ruokohelpi ja ruokohelpi+turve-alustalla oli suhteellisesti ja määrällisesti enemmän pieniä hedelmiä kuin muilla alustoilla. Siten ruokohelpi+järviruoko-alustan ja kontrollialustojen sadot pysyisivät jatkossakin samansuuntaisina kuin kokeen lopussa. Vihreitä hedelmiä sisältävien terttujen lukumäärä lopussa oli kaikilla koejäsenillä noin 6 kpl/kasvi.



Kuva 1. Tomaatin 1. luokan kasvikohtainen sato viikoittain eri kasvualustoissa.



Kuva 2. Tomaattisadon määrät kiloina ja kappaleina kasvia kohti viljelyn aikana eri kasvialustoilta. Kuvissa ovat keskiarvot ja sadon vaihteluvälit. Eri aakkoset kuvaavat tilastollista eroa 95 %:n todennäköisyydellä kasvialustojen välillä.



Kuva 3. Kokeen lopussa lasketut ja punnitut kasvuston vihreät tomaatit kasvualustoittain.

3.2. Kasvihavainnot kokeen lopussa

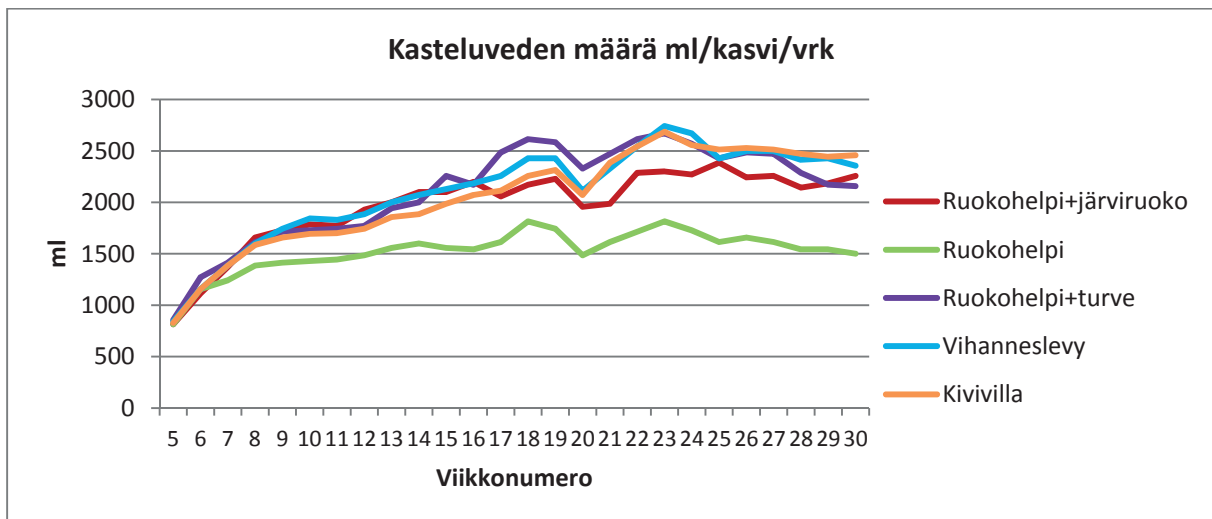
Kasveista tehdyt kasvustohavainnot kokeen lopussa ovat Taulukossa 1. Kasvialustan koostumus ei vaikuttanut tomaatin kasvuun. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut, vaikka keskiarvolukemissa oli jonkin verran eroja (mm. lehtien lukumäärä). Tuloksen johtopäätös on, että ruokohelpipohjaisilla kasvialustoilla tomaatin vegetatiivinen kasvu ja kehitys olivat yhtä hyviä kuin kontrollikasvialustoilla. Kokeen lopussa kasveissa oli keskimäärin 25-26 lehteä, joista tuore- ja kuivapainot punnittiin. Yhden lehden paino ei poikennut tilastollisesti merkitsevästi kasvialustojen välillä (dataa ei mukana). Tertujen lukumäärään laskettiin kaikki kasvin tertut.

Taulukko 1. Kokeen lopussa tehdyt kasvihavainnot 8 kasvin keskiarvona/ kasvialusta. Tilastollinen merkitsevyys ns=ei merkitsevyyttä 95 %:n todennäköisyydellä. Lehtien lukumäärä painomittauksissa 25-26.

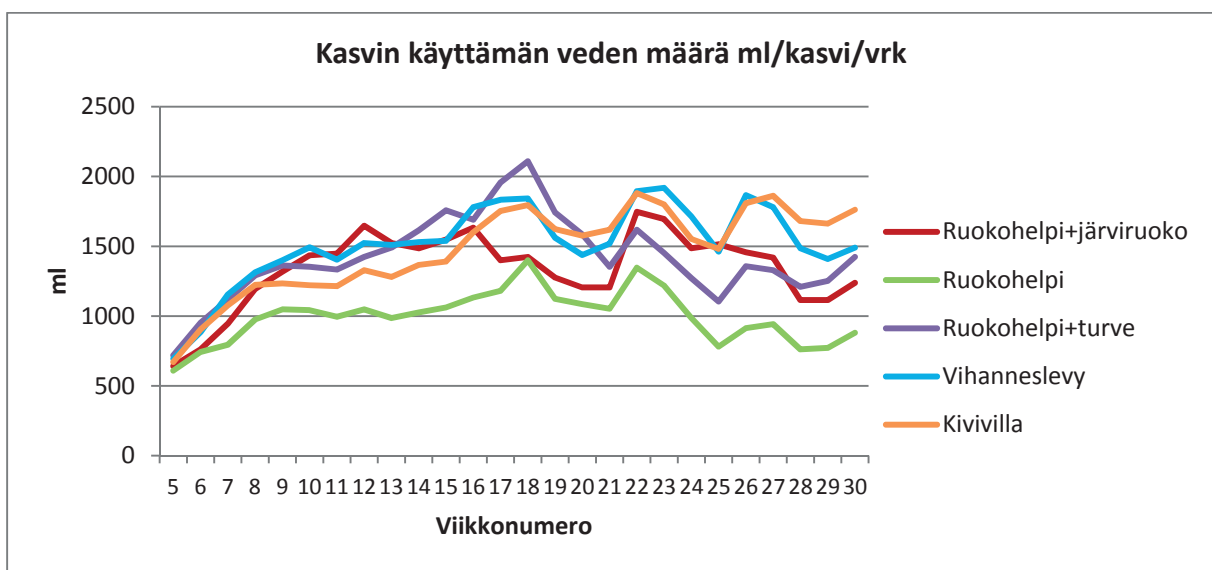
Koejäsen	Lehdet, lkm	Tertut, lkm	Varssi, cm	Varsi, tuorepaino, g	Varsi, kuivapaino, g	Lehdet, tuorepaino, g	Lehdet, kuivapaino, g
Ruokohelpi+järviruoko	92	29	740	1347	167	479	61
Ruokohelpi	92	27	729	1366	174	527	71
Ruokohelpi +turve	98	29	732	1328	162	481	64
Vihanneslevy	96	28	743	1528	190	582	73
Kivivilla	97	27	734	1401	171	505	66
Tilastollinen merkitsevyys	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3.3. Kasvien kastelu ja lannoitus kokeen aikana

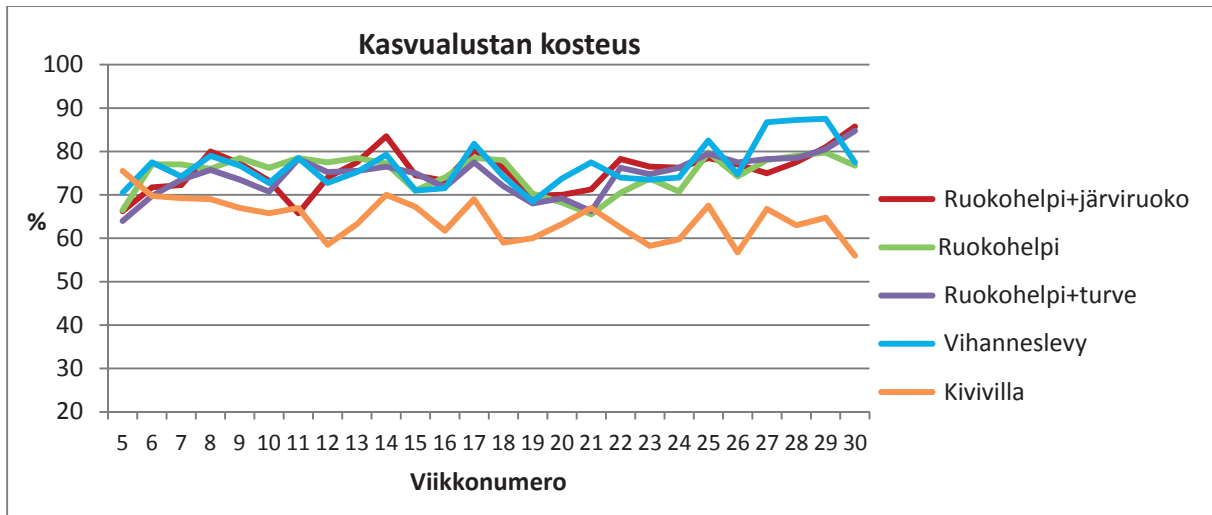
Kasvien saama kasteluveden määrä kasvia kohti vuorokaudessa viikon keskiarvona on Kuvassa 4. Ruokohelpi+järviruoko-alustaa kasteltiin samalla tavalla kuin vihanneslevyä ja kivivilla-alustaa kokeen 10 ensimmäistä viikkoa. Sen jälkeen ruokohelpi+järviruokoalustan veden kulutus väheni neljäksi viikoksi ja kokeen loppuaika ruokohelpi+järviruokoalustaa kasteltiin vähemmän kuin kontrolleja. Ruokohelpi+turve-alustassa kasvien käyttämän veden määrä laski 14 viikon kuluttua viljelyn alusta. Kuvassa 5 on kasvin käyttämän veden määrä laskettuna kasteluvedestä ja valumasta. Ruokohelpialustaa kasteltiin muita vähemmän, koska se pidatti vettä enemmän kuin muut alustat (Kuva 6). Kivivillalevy näyttää selvästi kuivempia kosteuskertoja kuin muut alustat, koska se oli muita paksumpi alusta ja mittarin piikit eivät siten ylettyneet kosteimmalle alueelle. Taulukossa 2 on koko kokeen aikana laskettu keskimääräinen ylikasteluprosentti. Ylikasteluprosentti nousi ruokohelpipohjaisilla alustoilla kontrollialustoja korkeammaksi. Keskimäärin kastelukertoja vuorokaudessa oli helmi-maaliskuussa 12 kpl kun se kesällä oli jopa 35 kpl/vrk.



Kuva 4. Kasvien saama kasteluveden määrä ml kasvia kohti päivässä viljelyviikon keskiarvona.



Kuva 5. Kasvien käyttämä vesimäärä ml vuorokaudessa viljelyviikon keskiarvona.

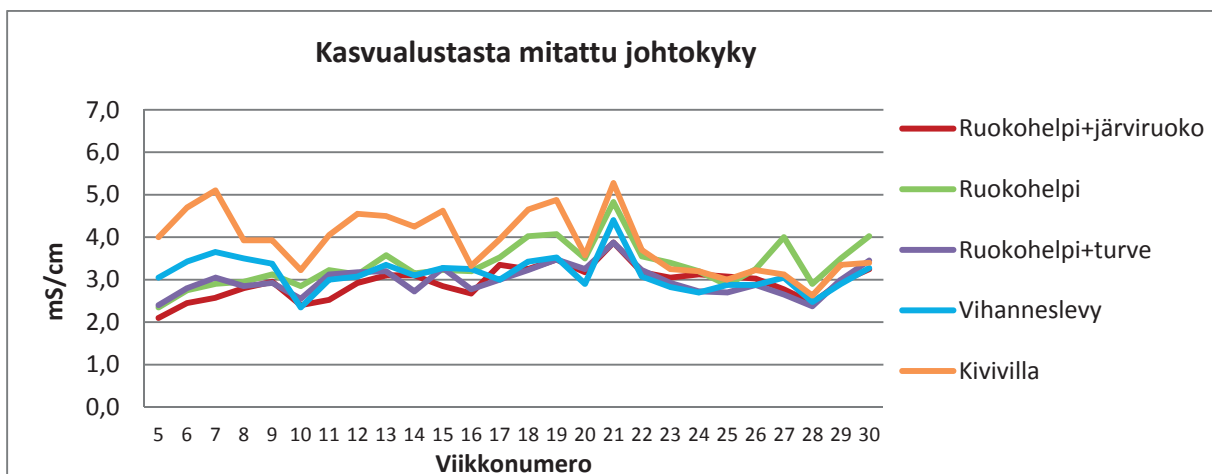


Kuva 6. Kasvualustojen kosteusmittaukset kerran viikossa Cultilene W.E.T.-mittarilla.

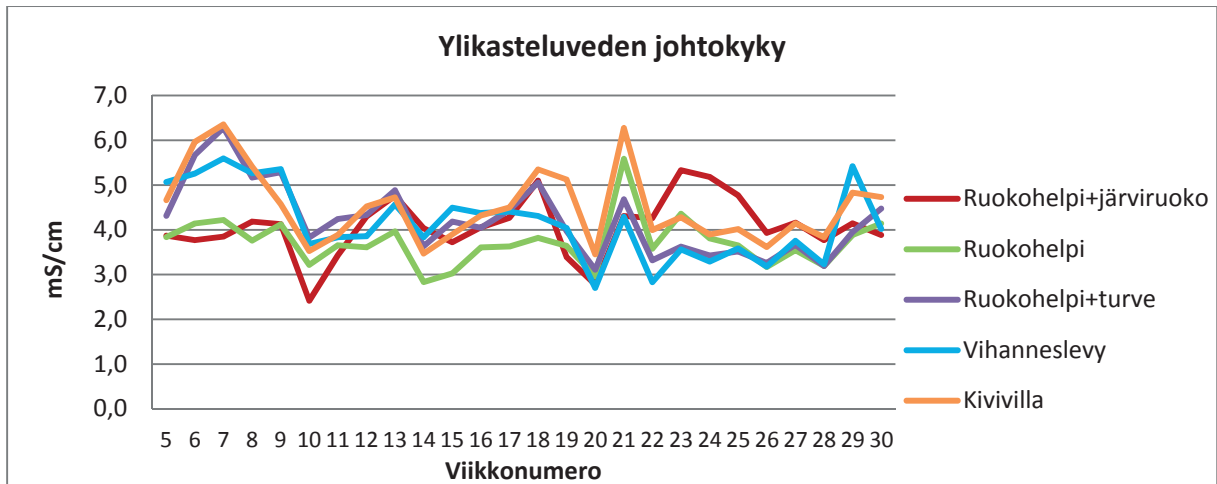
Taulukko 2. Koko kokeen aikana laskettu keskimääräinen ylikasteluprosentti.

Koejäsen	Ylikasteluprosentti
Ruokohelpi+järviruoko	31
Ruokohelpi	34
Ruokohelpi+turve	31
Vihanneslevy	27
Kivivilla	27

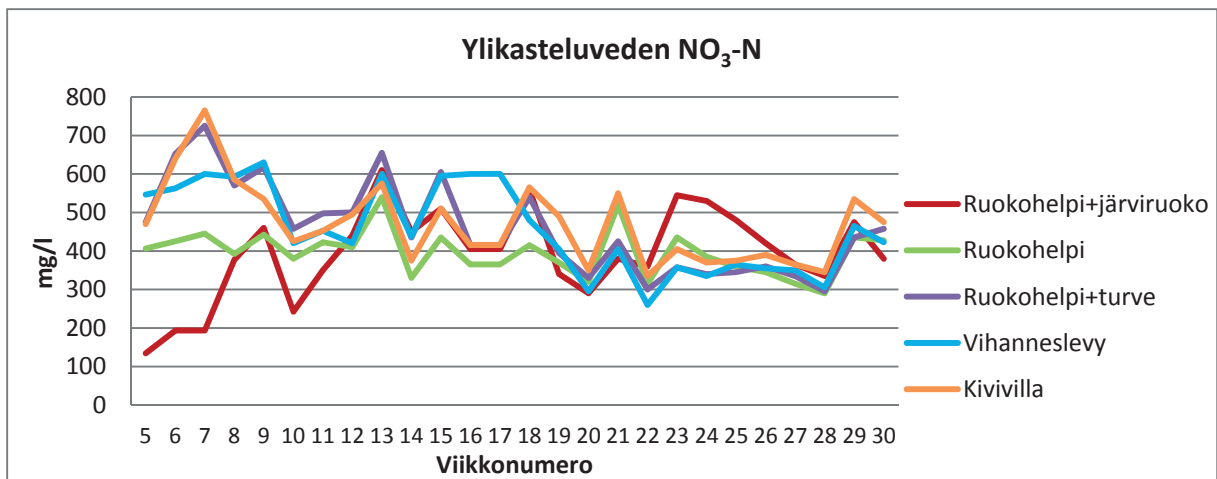
Kasvien saamaa lannoitusta seurattiin johtokyky mittareilla, mittaus kahden mittauksen keskiarvona jokaisesta koealustasta (Cultilene, Kuva 7), ja ylikasteluveden ravinteiden mittauksesta (EC-mittari, Kuva 8). Ylikastelun nitraattitypen määrä oli hyvin alhainen ruokohelpi+järviruoko-alustalla kokeen alussa (Kuva 9). Kyseisen kasvualustan lannoitusta muutettiin typpivoittoisemmaksi (Taulukko 3). Taulukossa on lannoitusten prosenttiosuuskien muutokset. Ruokohelpialustan lannoitusta ei muutettu, vaikka ylikastelun nitraattityppimittaukset olivat alhaisemmat kuin kontrolli- ja ruokohelpi+turve-alustoilla viljelyn alussa.



Kuva 7. Kerran viikossa Cultilenen W.E.T.-mittarilla mitatut johtokyvyt keskiarvona kaikista koealustoista.



Kuva 8. Kasvualustojen valumavedestä kerran viikossa EC-mittarilla mitattu johtokyky mS/cm.

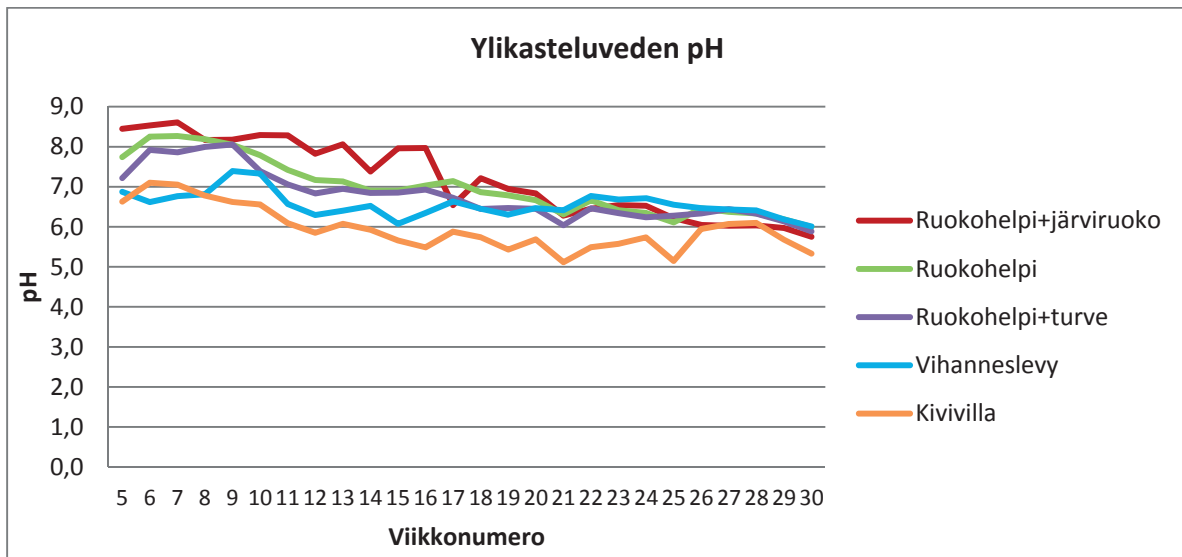


Kuva 9. Ylikasteluvdestä mitatut nitraattityyppien määrät viikoittain eri kasvualustoilta.

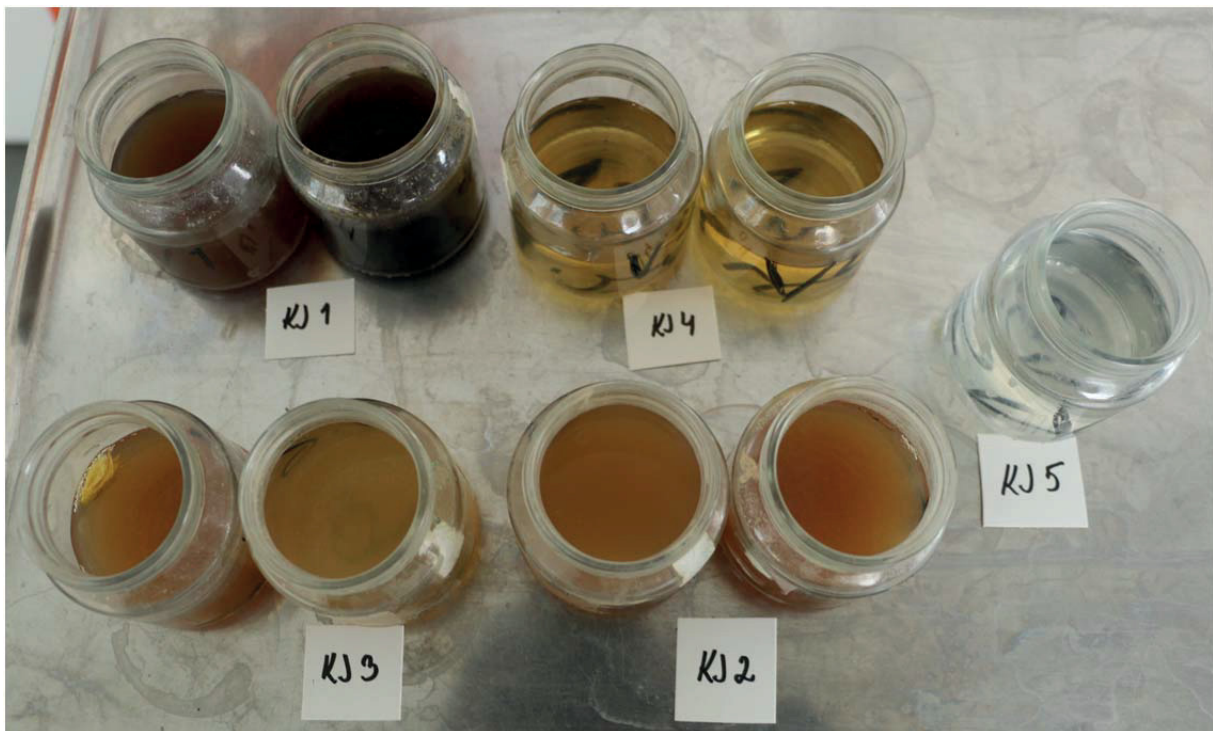
Taulukko 3. Kasvien lannoituksen muutokset eri kasvualustoissa.

Koejäsen	Viikkonumero	Tomaatin Superex, %	CaN, %	MgN, %	Johtokyky, mS/cm	Typpihappo, ml/100 l
Kaikki	5	50	42	8	3,5	100
Ruokohelpi+järviruoko	6	42	50	8	3,0	200
Muut	6	50	42	8	2,8	200
Ruokohelpi+järviruoko	7	40	52	8	3,0	200
Muut	7	54	38	8	2,5-2,2	200
Ruokohelpi+järviruoko	8	40	52	8	2,6	200
Kaikki	9	60	31	9	2,0	200
Kaikki	12	63	29	8	2,2-1,9	200

Kasteluveden pH vaihteli viljelyn ajan noin 6,0-6,3 välillä. Vain viljelyn alussa antoliuksen pH oli viikkoina 6-8 4,8-5,9. Ruokohelpipohjaisten kasvualustojen ylikasteluveden pH oli kokeen alussa korkea, mutta se laski vähitellen (Kuva 10.) Ylikasteluvesi oli aluksi sameaa ruokohelpipohjaisilla alustoilla ja ruokohelpi+järviruokoalustan valumavesi oli tämän lisäksi hyvin tummaa. Vihanneslevyn ylikasteluvesi oli kirkasta, mutta kellertävää ja kivivillan täysin kirkas (Kuva 11). Maaliskuun alussa sameus oli poissa kaikista kasvualustojen valumavesistä, mutta orgaanisten kasvualustojen valumavesi oli edelleen kellertävää.

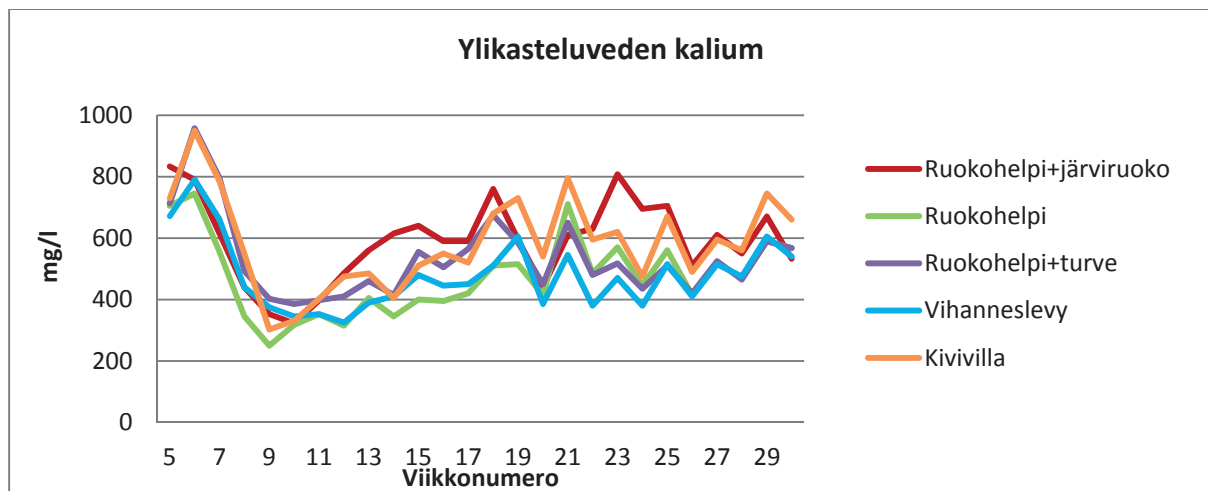


Kuva 10. Ylikasteluvedestä mitatut pH:t viikoittain eri kasvualustoilta.

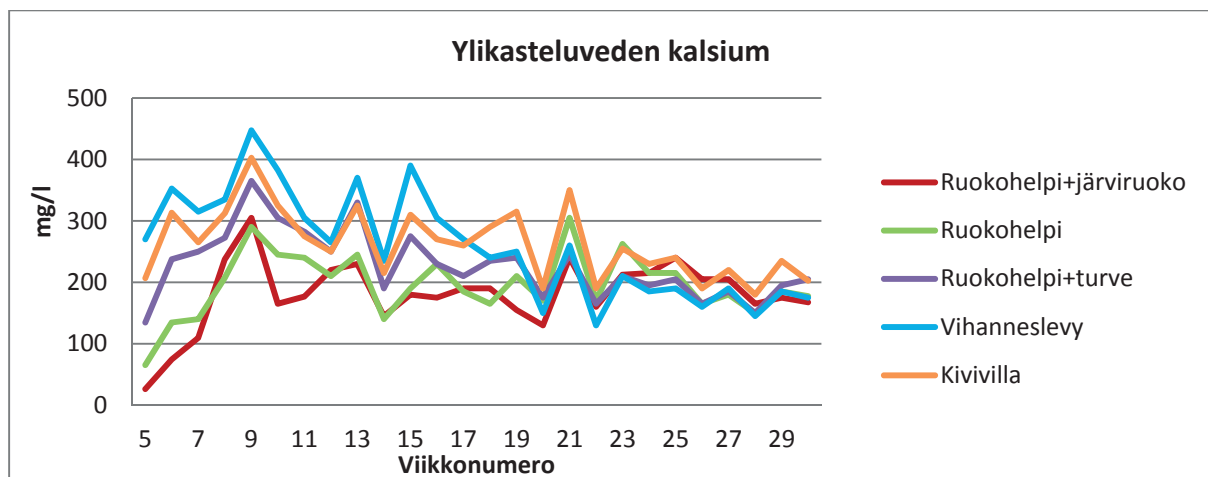


Kuva 11. Valumavesinäytteet 5.2.2016 koejäsenittäin: KJ 1 = ruokohelpi+järviruoko, KJ 2 = ruokohelpi, KJ 3 = ruokohelpi+turve, KJ 4 = vihanneslevy ja KJ 5 = kivivilla.

Valumavesistä mitattiin myös kalsiumin ja kaliumin määrät viikoittain (Kuvat 12 ja 13). Kalsiumin määrä valumavedessä oli hyvin alhainen ruokohelpi+järviruoko- ja ruokohelpialustoilla viljelyn alussa. Tätä alustaa ei peruskalkittu ennen viljelyä. Ruokohelpi+järviruoko-alustan lannoitus muutettiin kalsiumvoittoisemmaksi (Taulukko 3). Vaikka ruokohelpialustan lannoitusta ei muutettu, nousi kalsiumipitoisuus ylikasteluvvedessä yhtä nopeasti kuin ruokohelpi+järviruoko-alustalta mitatussa valumassa. Kaliumipitoisuudet ylikasteluvvedessä olivat viljelyn alussa kaikilta kasvualustoilta korkeat. Kaliumin kulutus kasvoi nopeasti kasvien kasvun myötä ja määrä valumavedessä laski. Kokeen lopussa kaikista kasvualustoista otettiin puristenesteanalyysit (Taulukko 4). Näitä lukemia voi verrata valumavesistä mitattuihin lukemiin. Ne vastaavat varsin hyvin valumavesistä mitattuja lukemia. Jotkin ravinteista olivat selvästi kertyneet eri kasvualustoihin enemmän kuin ylikasteluvvedestä mitattaessa. Erityisesti näin oli tilanne ruokohelpialustassa.



Kuva 12. Ylikasteluvvedestä mitatut kaliumlukemat viikoittain eri kasvualustoilta.



Kuva 13. Ylikasteluvvedestä mitatut kalsiumlukemat viikoittain eri kasvualustoilta.

Taulukko 4. Kokeen lopussa eri kasvualustoista mitattujen puristenesteiden ravinnelukemat.

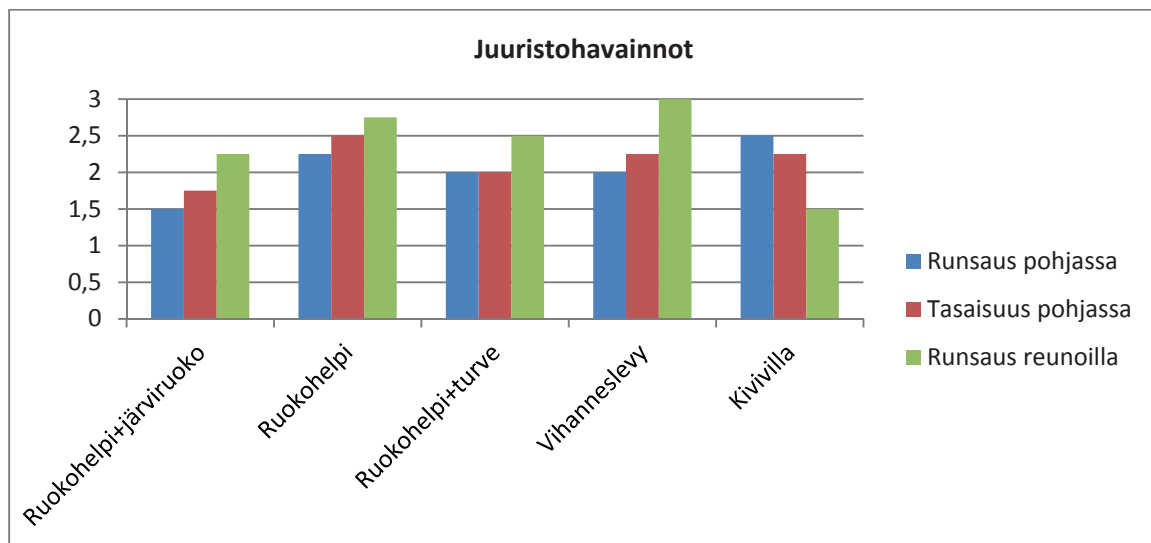
Koejäsen	Johtokyky, mS/cm	pH	Nitraattityppi, mg/l	Kalium, mg/l	Kalsium, mg/l
Ruokohelpi+järviruoko	5,0	6,1	560	745	238
Ruokohelpi	7,8	6,4	860	1010	400
Ruokohelpi+turve	4,9	6,1	525	773	258
Vihanneslevy	3,9	6,2	428	743	190
Kivivilla	3,3	5,0	328	685	155

3.4. Juuristo- ja kasvualustahavainnot

Kokeen lopussa kasvualustat käännettiin ylösalaisin ja niiden rakennetta sekä juurien kasvua ja leviämistä kasvualustaan tutkittiin visuaalisesti (Kuva 14). Muissa kuin kivivilla-alustassa juuria oli kertynyt runsaasti kasvualustan reunoille. Kaikissa alustoissa oli runsaasti juuria kasvualustan sisällä, mikä osoittaa, että happea, vettä ja ravinteita oli riittävästi saatavilla. Se että juuret hakeutuvat pohjaan on merkinä siitä, että vesi valuu kasteltaessa kasvualustan läpi ja kerääntyy pohjalle. Hapen puutteessa juuret voivat myös hakeutua runsaammin kasvualustan pohjaan kuin kasvualustan sisälle. Pelkässä ruokohelpialustassa on voinut käydä näin märkydestä johtuen verrattuna muihin alustoihin (Kuva 14).

Kaikissa ruokohelpipohjaisissa kasvualustoissa oli nähtävissä materiaalin maatumista lähtötilanteesta riippumatta. Pelkässä ruokohelpialustassa säkit olivat tiivistyneet eniten ja levinneet vaakasuunnassa. Tiivistymistä oli myös turvelisätyssä ruokohelpialustassa. Ruokohelpi+järviruokoalusta ei ollut mainittavasti tiivistynyt. Kaikista ruokohelpipohjaisista kasvualustoista löytyi kompostilieroja. Lieroja ei ollut kontrollialustoissa. Lierot tekevät ilmakäytäviä, jotka ovat voineet parantaa kasvualustojen happitilaa. Vihanneslevyn materiaalissa ei näkynyt maatumista. Se ja kivivilla-alusta olivat pitäneet rakenteensa muuttumattomina verrattuna lähtötilanteeseen. Kivivillan pintaosa oli selvästi pohja-aluetta kuivempi kuten rakenteen kuuluikin olla.

Näkyvissä olleet juuret olivat ruokohelpipohjaisilla alustoilla ohuita, paksuja juuria oli näkyvissä harvakseltaan. Vihanneslevyssä suurin osa näkyvistä juurista oli paksuja. Valokuvia kasvualustoista löytyy Liitteestä 2.



Kuva 14. Kokeen lopussa tehdyt silmämääräiset havainnot kasvualustoissa olevista juurista. Asteikot: Runsaus 1 = niukka, 2 = tavanomainen, 3 = runsas, Tasaisuus 1 = niukka, 2 = ei peitä kokonaan, 3 = peittää kokonaan.

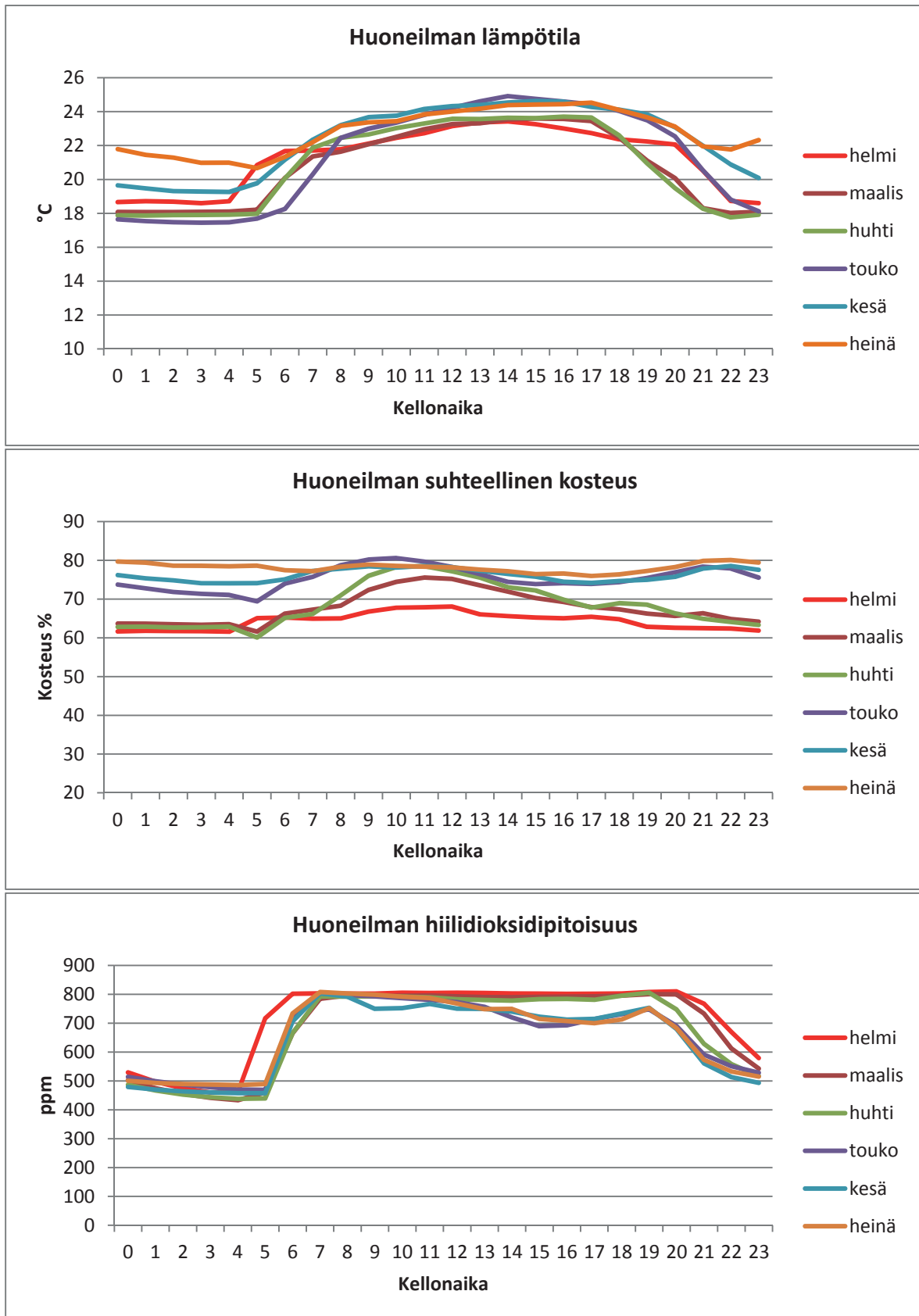
4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tutkimuksessa käytetty ruokohelpin ja järviruo'on yhdistelmä osoittautui eri ruokohelpipohjaisista koealustoista parhaaksi ja kilpailukykyiseksi kasvualustaksi tomaatin sadontuoton kannalta vihanneslevyyn ja kivivillalevyyn verrattuna. Kasvualustan rakenne ruokohelpi+järviruoko-alustassa oli hyvin näkyvissä vielä kokeen lopussa. Tässä alustassa ilmatilan ja vesitilan tasapaino oli hyvä tomaatin juuristolle. Jonkinasteista maatumista ja todennäköisesti typen sitoutumista tapahtui viljelyn alussa, koska tämä kasvualusta kulutti silloin runsaasti typpeä ennen kuin saavutti tasapainon. Viljelyn alun kalsium-vajetta olisi voitu lieventää, jos alusta olisi saanut edes vähän peruskalkitusta verrattuna muihin ruokohelpipohjaisiin alustoihin, vaikka sen pH oli alussa muita korkeampi. Ruokohelpi+järviruoko-alustan ylikasteluveden tummuus ja sameus viljelyn alussa liittynevät havaittuun typen kulutukseen, jolloin kasvualustamateriaali alkoi mikrobien toimesta hajota ja typpi sitoutui kasvualustan mikrobien muodostamaan orgaaniseen ainekseen. Runsas mikrobitoiminta ja kompostilierojen läsnäolo kaikissa ruokohelpipohjaisissa kasvualustoissa on voinut myöhemmässä viljelyvaiheessa mobilisoida ravinteita kasvien käyttöön. Lierott ovat voineet myös tehdä ilmakäytäviä, jotka ovat parantaneet juurten hapen saantia ja toisaalta edistäneet hiilidioksidin poistumista.

Vain pelkkää ruokohelpeä sisältävässä alustassa satotulokset olivat kokeen heikoimmat. Vähäisellä turpeen lisäyksellä ruokohelpeen saatiin jonkin verran hyötyä tomaatin sadontuottoon verrattuna pelkkään ruokohelpeen. Ruokohelpipohjaisia kasvualustoja, joissa oli mukana maadutettua materiaalia, oli vaikeampi kastella sopivalla tavalla kuin kontrollialustoja. Ruokohelpi- ja ruokohelpi+turvealustat myös tiivistyivät jo kokeen alussa. Näissä alustoissa maatumattoman raaka-aineen osuutta voisi lisätä suhteessa maadutettuun ja/tai lisätä turpeen määrää mikä voisi parantaa kasvualustan rakennetta vähentämällä sen tiivistymistä. Varmaa ei voida olla, että pelkän ruokohelpin sisältämän kasvualustan heikko sadontuotto johtui ainoastaan kasvualustan tiivistymisestä, koska mm. veden kulutuskin oli muita alustoja vähäisempi. Ruokohelpin viljelijöiden pitäisi välttää torjunta-aineiden käyttöä, jotta jäämiä ei löydy kasvualustasta haittaamaan kasvien kasvua.

Kastelutipuiksi suosittelemme 1,1 litraa tunnissa tippuja, 2 kpl/taimi, jolloin veden määrä kastelukertaa kohti oli pieni, mutta kastelukertoja oli runsaasti. Siten juuret ehtivät käyttää kasteluveden ennen kuin se valui kasvualustan läpi. Kasvihuoneen hiilidioksidipitoisuus pysyi päivällä lämpimästä säästä huolimatta korkeana, koska jäähdytyslaitteistolla pystyttiin pitämään luukut kiinni suurimman osan aikaa päivästä. Kokeen lopussa kasvusto oli hyvässä kunnossa, joten viljelyä olisi hyvin voinut jatkaa koeaikaa pidempään.

Liite 1. Kokeen aikana toteutuneet huoneilman olosuhteet tuntien keskiarvoina.



Liite 2. Valokuvia kasvustosta.



Kasvusto 5.2.2016



Koealusta, kolme kasvia, kaksi tippua/kasvi



Kasvusto 13.4.2016Kasvusto 2.8.2016



Ruokohelpi+järviruoko-alustan pohja.



Ruokohelpialustan pohja.



Ruokohelpi+turve-alustan pohja.



Vihanneslevyn pohja.



Kivivillalevyn pohja.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000