

*Maatalouden
tutkimuskeskuksen
julkaisuja*

S A R J A B

17

Metti Salminen

**Luonnonmukaisen kasvi-
huoneviljelytekniikan
kehittäminen**

Kenttäkokeet 1996

Metti Salminen

Luonnonmukaisen kasvihuoneviljely- tekniikan kehittäminen

Kenttäkokeet 1996

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-527-8

ISSN 1238-9943

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus

Metti Salminen

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

Painatus

Vammalan Kirjapaino Oy, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: Cucumis sativus, eloperäinen lannoite, kananlanta, kasvihuonekurkku, kasvihuonetomaatti, kasvihuoneviljely, kasvualusta, luonnonmukainen viljely, Lycopersicon esculentum,

Tutkimuksessa verrattiin eri tavoin käsitellyn kananlannan soveltuvuutta luonnonmukaiseen kasvihuoneviljelyyn suunniteltuun kasvualusta- ja lannoitusratkaisuun. Kananlanta oli joko kompostoitua reaktorikompostissa turpeeseen sekoitettuna ja jälkikypsytettyä, tai kompostoitua lyhytaikaisesti aumassa ilman seosainetta, kuivattu ja rakeistettu.

Tutkitussa ratkaisussa käytetty kasvualusta koostui turpeesta, kivennäismaasta, kananlannasta ja kalkista. Se oli eristetty pohjamaasta ja sitä oli 54 litraa kasvien kohden viljelykauden alussa. Tavoitteena oli, että kasvualusta sisältää kasvin tarvitsemat ravinteet, eikä kasvustoa lisälannoiteta. Valtaosa ravinteista oli keskitetty tiettyihin kohtiin kasvualustaa suolapitoisuuden hallitsemiseksi. Kasteluveteen ei lisätty ravinteita.

Tutkimus toteutettiin MTT Martensin vihannestutkimusasemalla Närpiössä kenttäkokeilla sekä kasvihuonetomaatilla että kasvihuonekurkulla. Biolan Oy, tutkimuksen yhteistyötaho, vastasi kananlannan käsittelystä ja valmisti kasvualustassa käyte-

tyt seokset.

Kasvihuonetomaatin (Astrid RZ) sadon määrässä ja laadussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Keskimääräinen kokonaissato oli 24,8–30,8 kg/m² kasvualusta- ja lannoitusvaihtoehdosta (reaktorikompostoitua kananlanta/kananlantarae, ei lisälannoitusta/lisälannoitus) riippuen. Viljelykauden pituus oli 26.2.–14.10.

Kasvihuonekurkun kokonaissadon määrä oli ensimmäisessä kasvustossa korkeampi, kun käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, eron ollessa tilastollisesti merkitsevä verrattuna kananlantarakeilla viljelyn satoon. Toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Keskimääräinen kokonaissato oli viljelykaudella 33,4–35,5 kg/m² kasvualusta- ja lannoitusratkaisusta (reaktorikompostoitua kananlanta/kananlantarae) riippuen. Viljelykauden pituus oli 1.3.–30.9. Ensimmäisessä kasvustossa lajike oli Ventura RZ ja toisessa kasvustossa Flamingo LM.

Sisällys

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä | 3 |
| Johdanto | 7 |
| Kenttäkoe 1. | |
| Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla | 9 |
| 1 Aineisto ja menetelmät | 9 |
| 1.1 Vertailtavat kasvualusta- ja lannoitusratkaisut | 9 |
| 1.1.1 Luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | 9 |
| 1.1.1.1 Ravinnepitoisuudeltaan väkevä luomukasvualustan kohta | 11 |
| 1.1.1.2 Luomukasvualustassa käytettävän lannan määrän suunnittelu ... | 11 |
| 1.1.1.3 Luomukasvualustan typpi- ja kaliumpitoisuus kasvualusta- analyysien perusteella | 12 |
| 1.2 Kurkkukasvusto ja sen hoito | 12 |
| 1.2.1 Ravinnetilan seuranta viljelykauden kuluessa | 13 |
| 1.2.1.1 Kasvualusta-analyysit | 14 |
| 1.2.1.2 Lehtianalyysit | 14 |
| 1.3 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus | 14 |
| 1.4 Muu sadon laatu | 15 |
| 1.4.1 Maun miellyttävyys | 15 |
| 1.4.2 Nitraattipitoisuus | 15 |
| 1.4.3 Rakenne säilytyksen jälkeen | 16 |
| 1.5 Havaintoaineiston tilastollinen testaus | 16 |
| 2 Tulokset | 17 |
| 2.1 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus | 17 |
| 2.1.1 Kokonaissato | 17 |
| 2.1.2 I-luokan sato | 17 |
| 2.1.3 II-luokan ja alle II-luokan sato | 19 |
| 2.2 Muu sadon laatu | 19 |
| 2.2.1 Maun miellyttävyys | 19 |
| 2.2.2 Nitraattipitoisuus | 20 |
| 2.2.3 Rakenne säilytyksen jälkeen | 20 |
| 2.3 Ravinnetilan seuranta | 21 |
| 2.3.1 Luomukasvualustasta tehdyt määritykset | 21 |
| 2.3.1.1 Liukoisten ravinteiden riittävyys | 21 |
| 2.3.1.2 Suolapitoisuus kasvualustan yläosassa | 22 |
| 2.3.1.3 Happamuus | 22 |
| 2.3.2 Luomukasvualustassa viljellyn kasvuston lehtianalyysit | 23 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 2.3.2.1 | Typpipitoisuus | 23 |
| 2.3.2.2 | Kaliumpitoisuus | 23 |
| 2.3.2.3 | Muiden ravinteiden pitoisuus | 23 |
| 3 | Tulosten tarkastelu | 24 |
| 3.1 | Sadon määrä ja kauppakelpoisuus | 24 |
| 3.1.1 | Kananlannan käsittelyn vaikutus | 25 |
| 3.2 | Muu sadon laatu | 25 |
| 3.2.1 | Kananlannan käsittelyn vaikutus | 26 |
| 3.3 | Ravintetilän seuranta | 26 |
| 3.3.1 | Liukoisessa muodossa olevien ravinteiden riittävyys | 26 |
| 3.3.2 | Kasvualustan pH ja suolapitoisuus | 27 |
| 3.4 | Ehdotukset jatkotutkimuksiksi | 27 |
| Kenttäkoe 2. | | |
| | Kasvihuonetomaatin viljely luonnonlannoitteiden avulla | 29 |
| 1 | Aineisto ja menetelmät | 29 |
| 1.1 | Vertailtavat kasvualusta- ja lannoitusratkaisut | 29 |
| 1.1.1 | Luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | 30 |
| 1.1.1.1 | Ravinnepitoisuudeltaan väkevä kasvualustan kohta | 30 |
| 1.1.1.2 | Kasvualustassa käytettävän lannan määrän suunnittelu | 31 |
| 1.1.1.3 | Kasvualustan typpi- ja kaliumpitoisuus kasvualusta-analyysien perusteella | 31 |
| 1.2 | Tomaattikasvusto ja sen hoito | 32 |
| 1.2.1 | Ravintetilän seuranta viljelykauden kuluessa | 33 |
| 1.2.1.1 | Seuranta kasvualustanäytteiden avulla | 33 |
| 1.2.1.2 | Seuranta kasvustosta otettujen näytteiden avulla | 33 |
| 1.3 | Sadon määrä ja kauppakelpoisuus | 34 |
| 1.4 | I-luokan tomaatin kiinteys säilytyksen jälkeen | 34 |
| 1.5 | Havaintoaineiston tilastollinen testaus | 35 |
| 2 | Tulokset | 35 |
| 2.1 | Sadon määrä ja kauppakelpoisuus | 35 |
| 2.1.1 | Ennen lisälannoitusta 19.4.–31.5. | 35 |
| 2.1.2 | Lisälannoituksen jälkeen 1.6.–14.10. | 36 |
| 2.2 | I-luokan tomaatin kiinteys | 37 |
| 2.3 | Ravintetilän seuranta | 37 |
| 2.3.1 | Kasvualustasta tehdyt määritykset | 37 |
| 2.3.1.1 | Liukoisten ravinteiden pitoisuus | 37 |
| 2.3.1.2 | Suolapitoisuus | 38 |
| 2.3.1.3 | Happamuus | 38 |
| 2.3.2 | Kasvustomääritykset | 38 |
| 2.3.2.1 | Lehtinäytteet | 38 |
| 2.3.2.2 | Hoito-otissa ja raivausvaiheessa poistetun kasviaineksen määrä | 39 |
| 3 | Tulosten tarkastelu | 39 |
| 3.1 | Sadon määrä ja laatu | 39 |
| 3.2 | Lisälannoitus | 41 |
| 3.3 | Kananlannan käsittelyn vaikutus | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Sadon määrä ja laatu | 42 |
| 3.3.2 Ravinteiden saatavuus | 42 |
| 3.3.2.1 Kasvualustan suolapitoisuus | 42 |
| 3.3.2.2 Kasvualustan pH | 43 |
| 3.3.2.3 Kalium | 43 |
| 3.3.2.2 Typpipitoisuus | 44 |
| 3.3.2.3 Kalsium | 45 |
| 3.3.2.4 Muut ravinteet | 45 |
| 3.4 Ehdotukset jatkotutkimuksiksi | 45 |
| Kirjallisuus | 46 |

Liitteet

Liite 1. Kasvualusta-analyysin tulokset kasvihuonekurkun viljelyssä.

Liite 2. Lehtianalyysin tulokset kasvihuonekurkun viljelyssä.

Liite 3. Kasvualusta-analyysin tulokset kasvihuonetomaatin viljelyssä.

Johdanto

Vuonna 1996 harjoitettiin luonnonmukaisista kasvihuoneviljelyä maassamme yhteensä 4,4 ha alalla (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997a). Viljelyala on pieni. Samana vuonna Suomessa viljeltiin esimerkiksi kasvihuonetomaattia yhteensä 119 ha alalla ja kasvihuonekurkkua yhteensä 80 ha alalla (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1997).

Luonnonmukaisesti viljellyillä kasvihuonetuotteilla vaikuttaisi kuitenkin olevan kysyntää, mikäli hintataso on kohtuullinen. Elintarviketieto Oy:n vuonna 1995 tekemässä tutkimuksessa valtaosa haastatelluista kuluttajista (69 %) ilmoitti ostavansa ennemmin luonnonmukaisesti kuin tavanomaisesti tuotettuja tomaatteja, ja maksavansa luonnonmukaisesti tuotetusta tomaatista enemmän. Keskimäärin kyseiset kuluttajat pitivät hyväksyttävänä 21 % korkeampaa hintaa: hyväksyttävissä oleva hinta oli 12,79 mk/kg, kun verranteena olleen tavanomaisen tomaatin hinta oli 10,60 mk/kg (Väisänen & Pohjalainen 1995).

Tässä raportissa esitetään tuloksia projektista, jossa kehitetään ammattimaiseen luonnonmukaiseen kasvihuoneviljelyyn soveltuvaa kasvualusta- ja lannoitusratkaisua. Tavoitteena on, että ratkaisu mahdollistaa kustannustasoltaan edullisten luomukasvihuonevihannesten tuottamisen.

Kehitettävässä ratkaisussa kasvualusta on eristetty pohjamaasta maalevintäisten kasvitautilien hallitsemiseksi ja se uusitaan vuosittain, mistä syystä sen tilavuus pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Ratkaisussa vältetään lisälannoituksia; kasvualustaan sijoitetaan koko kasvuston tarvitsema ravinnemäärä ennen taimien istutusta, eikä kasteluveteen lisätä ravinteita. Jotta kasvualusta pysyisi suolapitoisuudeltaan riittävän alhaisena, ravinteita keskitehtään tiettyihin kohtiin kasvualustaa. Tavoitteena on, että hajotustoiminnan kulussa vapautuvien ravinteiden siirtymistä kasvustoon säädetään lannoitteena käytettävän, eloperäisen aineksen sijoituksen ja kas-

telutekniikan avulla. Lannoitteen määrä optimoidaan käyttäen hyväksi aiempia tutkimustuloksia kasvuston sisältämistä ravinteista. Kastelu toteutetaan siten, ettei kasvusto kärsi veden puutteesta.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun suunnittelussa on huomioitu luonnonmukaisen viljelyn tuotantosäännöt, perustuen Neuvoston asetukseen (ETY) N:o 2092/91, annettu 24 päivänä kesäkuuta 1991, maataloustuotteiden luonnonmukaisesta tuotantotavasta ja siihen viittaavista merkinnöistä maataloustuotteissa ja elintarvikkeissa (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997b). Kehitettävä ratkaisu onkin hyväksytty virallisesti luomutuotantoon Honkajoella sijaitsevalla KKK-Vihannes Oy:n kauppapuutarhalla vuonna 1996 (Salonen 1996).

Vesiensuojelu, joka on ajankohtainen aihe kasvihuoneviljelyssä, on huomioitu ratkaisua suunniteltaessa, vaikkei olemassa olevissa luonnonmukaisen viljelyn säännöissä kastelun hallintaa vielä edellytetäkään. Rajoitetun kasvualustan melko suuri tilavuus yhdistettynä leveän pohjamoovin käyttöön mahdollistaa kastelun hallinnan siten, ettei pinta- ja pohjavesiin pääse valumia. Koska kasvualustaa ei ylilannoiteta, ravinnepitöisen valumaveden pääsy pohjamaan johtaisi ravinteiden puutokseen ja satotason laskuun, toisin sanoen tulonmenetykseen. Leveä pohjamoovi toimii samalla kastelun hallinnan seurantamenetelmänä, sillä mahdollisessa ylikastelutilanteessa valuma kertyy muovin päälle.

Tässä väliraportissa verrataan suljetussa reaktorissa kompostoidun kananlanta-turveseoksen ja aumassa kompostoidun, kuivatun kananlannan (kananlantaraket) käyttökelpoisuutta edellä kuvatussa ratkaisussa. Tutkimuksessa verrattiin eri ratkaisuvaihtoehtoissa viljellyn kasvuston sadon määrää ja laatua, kuten kauppakelpoisuutta, maun miellyttävyyttä, nitraattipitoisuutta ja rakenteen säilyvyyttä.

Raportti sisältää vuonna 1996 tehdyt kenttäkokeet. Niitä oli kaksi: toisessa kokeessa viljelykasvina oli kasvihuonekurkku, toisessa kokeessa kasvihuonetomaatti. Kas-

vihuonekurkkua tutkittiin kenttäkokeen avulla ensimmäistä kertaa. Aiemmin kenttäkokeissa on käytetty kasvustona kasvihuonetomaattia (Uronen 1995, Salminen 1996a).

Kenttäkokeet ovat osa "Luonnonmukaisen kasvihuoneviljelytekniikan kehittäminen"-projektia. Projekti toteutettiin vuosina 1995–97 ja se oli osa laajempaa yhteistutkimusta "Kotimaisten eloperäisten aineiden käyttö kasvihuoneviljelyssä". Kenttäkokeet toteutettiin MTT Martensin

vihannestutkimusasemalla Närpiössä, jossa koetoiminta oli mahdollista toteuttaa käytännön kasvihuoneviljelyä vastaavissa olosuhteissa. Tutkimusta tehtiin yhteistyössä Biolan Oy:n kanssa, joka mm. valmisti tutkittavassa kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa käytettävät ainekset. Pääosa kasvualustan sisältämistä ravinteista oli peräisin kananlannasta, joskin tutkittava ratkaisu on mahdollista toteuttaa esimerkiksi oman tilan eläinlannan avulla.

Kenttäkoe 1

Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla

1 Aineisto ja menetelmät

1.1 Vertailtavat kasvualusta- ja lannoitusratkaisut

Kenttäkokeessa tutkittiin luonnonmukaiseen viljelyyn suunniteltua kasvualusta- ja lannoitusratkaisua, jossa käytettävä kananlanta oli käsitelty kahdella eri tavalla. Kananlanta oli käsitelty joko kompostoimalla se turpeen kanssa suljetussa kompostireaktorissa tai kompostoimalla lyhytaikaisesti aumassa ilman seosaineen lisäystä ja sen jälkeen kuivaamalla ja rakeistamalla. Rakeistamisen yhteydessä jälkimmäiseen lannoitukseen lisättiin 2 % merileväjauhetta.

Kenttäkokeessa oli mukana tavanomaisessa tuotannossa käytettävä kasvualusta- ja lannoitusratkaisu, jotta tutkittavan ratkaisun käyttökelpoisuudelle saatiin vertailukohde. Sellaiseksi valittiin Vapon VPS-351-turvelevy ja Kekkilän viljelmäkohtainen liuoslannoitus. Siinä kastelu tapahtui tippukasteluna siten, että ylimääräinen kasteluvesi pääsi valumaan kasvualustasta pohjamaahan. Kastelumenetelmä on yleinen tavanomaisessa kasvihuoneviljelyssä.

Kenttäkokeessa vertailtiin seuraavia kasvualusta- ja lannoitusratkaisuja:

1. Kasvualusta, jossa reaktorikompostoitua kananlanta-turveseosta. Kasteluveeteen ei lisätty ravinteita.
2. Kasvualusta, jossa kananlantarakeita. Rakeet (Biolan luonnonlannoite) oli valmistettu kompostoimalla aumassa, kuivaamalla ja lisäämällä rakeistamisen yhteydessä merileväjauhetta. Kasteluveeteen ei lisätty ravinteita.
3. Tavanomainen viljely turvealustalla.

Kenttäkoe toteutettiin MTT Martensin vihannestutkimusaseman lasikatteisessa kasvihuoneessa Närpiössä. Kasvihuoneosaston pinta-ala oli 465 m², jossa kenttäkoe oli 242 m² alalla. Osastossa viljeltiin kasvihuonekurkkua koko alalla. Koe oli lohkoittain satunnaistettu ja lohkoja (= kerranteita) oli kolme.

1.1.1 Luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu

Tutkimuksessa vertailtiin eri tavoin käsitellyn kananlannan sopivuutta kyseisen ratkaisun toimivuudelle. Vertailtavat luomukasvualustat olivat pääosin täysin samanlaisia (eroavuus on selitetty seuraavassa luvussa 1.1.1.1).

Kummassakaan ratkaisussa kasvustoa ei lisälannoitettu istutuksen jälkeen. Kaikki kasvuston tarvitsemat ravinteet oli sijoitettu kasvualustaan ennen taimien istutusta ja

Taulukko 1. Kasvihuonekurkun luonnonmukaiseen tuotantoon suunnitellun kasvualusta- ja lannoitusratkaisun sisältämä typen ja kaliumin määrä, kun ratkaisussa käytettiin joko reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarae-turveseosta. Käsittelemättömän kananlannan määrä oli molemmissa tapauksissa sama. Laskelma on tehty kasvualusta-analyyysien tulosten avulla.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Kokonais- typpeä g/kasvi | Liukoista*) typpeä g/kasvi | Liukoista*) kaliumia g/kasvi |
|--|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Reaktorikompostoituu kananlanta | | | |
| I istutus 24 l/kasvi + II istutus 30 l/kasvi | 70 + 87 | 14 + 17 | 34 + 43 |
| Turve-kivennäismaaseos 30 l/kasvi | 47 | 3,5 | 8,9 |
| Yhteensä | 204 (= 326 g/m ²) | 35 (= 56 g/m ²) | 86 (= 138 g/m ²) |
| Kananlantarae-turveseos | | | |
| I istutus 24 l/kasvi + II istutus 30 l/kasvi | 91 + 114 | 19 + 24 | 34 + 43 |
| Turve-kivennäismaaseos 30 litraa/kasvi | 47 | 3,5 | 8,9 |
| Yhteensä | 252 (= 403 g/m ²) | 47 (=75 g/m ²) | 86 (= 138 g/m ²) |

*) Liukoinen tyyppi on uutettu kaliumsulfaattilla ja liukoinen kalium happamalla ammoniumasetaatilla.

kasvustoa kasteltiin pelkällä vedellä, johon ei lisätty ravinteita.

Kasvualusta oli rajoitettu eristämällä se pohjamaasta muovin avulla. Se koostui ravinnepitoisuudeltaan toisistaan poikkeavista kohdista. Yläosa, johon taimet istutettiin, oli ravinnepitoisuudeltaan laimeempaa kuin kasvualustan alaosa.

Kasvualustan yläosa oli turpeen ja kivennäismaan seosta. Sitä oli kasvualustassa 30 litraa/kasvi kasvualustan rakennusvaiheessa. Seos (Biolan turve-hiekkaseos - erikoiskarkea) koostui valmistajan ilmoituksen mukaan karkeasta, vaaleasta rahkasammalturpeesta, johon oli sekoitettu 15 tilavuusprosenttia hiekkää. Se oli peruslannoitettu kompostoidulla kananlannalla ja kalkittu dolomiittikalkilla. Johtoluku oli ennen viljelyn aloitusta 5,4 (määritys Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä). Lisätietoja turve-hiekkaseoksesta on taulukossa 1 ja liitteessä 1.

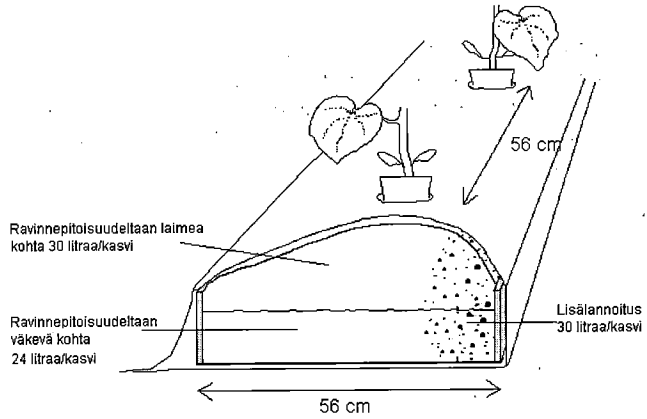
Kasvualustan alaosa, joka sisälsi pääosan kasvuston tarvitsemista ravinteista, koostui turpeen ja kananlannan seoksesta, jossa kananlanta oli joko reaktorikompostoituu tai

aumakompostoituu, kuivattu ja rakeistettu (kananlantarakeet). Kananlanta oli peräisin broilerkasvattamosta, jossa linnut kasvataan lattialla turvekuivikepohjalla. Käsittelemättömän lannan määrä/ kasvi oli sama, käytettiinpä kasvualustassa reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Kasvualustan alaosan määrä oli kasvualustan rakennusvaiheessa 24 litraa/ kasvi. Määrä oli mitoitettu ensimmäistä kurkkukasvustoa varten.

Samaa kananlannan ja turpeen seosta, josta kasvualustan alaosa koostui, sijoitettiin kasvualustan reunaan ennen toisen kasvuston istutusta kesäkuun alussa. Tuolloin sitä käytettiin 30 litraa/ kasvi.

Kasvualustan tilavuus oli siis yhteensä 54 litraa/kasvi viljelyn käynnistytessä maaliskuun alussa. Koeteknisistä syistä kullekin kasvustoriville tehtiin oma kasvualusta, vaikka viljely tapahtuikin paririvissä (kuva 1). Kasvualustan ainekset/ kasvi, toisin sanoen 54 litraa, sijoitettiin 55 cm leveydelle (= kasvualustan leveys) ja 56 cm pituudelle (= taimien istutusväli). Kasvualusta ympäröitiin kasvihuoneviljelyssä käytettävällä

Kuva 1. Kasvihuonekurkun luonnonmukaiseen viljelyyn suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu. Ravinnepitoisuudeltaan laimea kohta oli kalkittua ja kananlannalla peruslannoitettua turve-hiek-kaseosta. Ravinnepitoisuudeltaan väkevä kohta oli joko reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarae-turveseosta. Lisälannoituksesta käytettiin samaa ainesta kuin kasvualustan pohjalla.



mustavalkumuovilla. Muovia käytettiin, jotta kasvualustan kosteutta saatiin tasatua, rikkakasvien kasvu estettyä ja maalevintäisiä kasvitauteja hallittua.

1.1.1.1 Ravinnepitoisuudeltaan väkevä luomukasvualustan kohta

Luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellun kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa käytettiin joko reaktorikompostoitua kananlanta-turveseosta tai kananlantarakeita, jotka oli valmistettu aumakompostoimalla lyhytaikaisesti ilman seosainetta ja kuivaamalla. Lanta sijaitsi kasvualustan alaosaan viljelyn käynnistyessä sekä toisen kasvuston lisälannoituksen jälkeen myös kasvualustan reunalla.

Mikäli käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, kasvualustan alaosaan ja reunalla käytettävä aines koostui pelkästään kompostista. Kompostia käytettiin siis ensimmäiselle kasvustolle 24 litraa/kasvi sekä lisälannoitteena toiselle kasvustolle 30 litraa/kasvi. Lanta oli Biolan Oy:n ilmoituksen mukaan kompostoitu suljetussa sillo-tyyppisessä kompostireaktorissa siten, että lantapatjan alle puhallettiin ilmaa ja lämpötila oli korkeimmillaan 60–70 °C. Lämpövaiheen jälkeen lantaan oli sekoitettu kalkitsematonta turvetta ja sitä oli jälkikypsytetty koneellisesti ilmastettuna kompostihallissa kaksi kuukautta. Lisätietoja kompostoidusta kananlannasta on taulukossa 1 ja liitteessä 1.

Mikäli käytettiin kananlantarakeita, kasvualustan alaosaan ja reunalla käytettävä seos koostui kananlantarakeista ja vaalean rakkaturpeen seulonnassa syntyvästä, tupasvillaa sisältävästä, karkeasta turveraktiosta. Kananlantarakeiden määrä, joka vastasi samaa lantamäärää kuin 24 litraa kompostia, oli neljä litraa. Rakeita käytettiin siis neljä litraa/ kasvi ensimmäiselle kasvustolle ja viisi litraa/ kasvi toiselle kasvustolle. Turvetta sekoitettiin rakeiden kanssa tilavuussuhteessa yksi osa rakeita ja viisi osaa turvetta, jotta kasvualustan tilavuus vastasi kasvualustaa, jossa käytetään reaktorikompostoitua kananlantaa. Kananlantarakeet ovat kaupallinen valmiste (tuotenimi Biolan luonnonlannoite) ja ne sisältävät valmistajan ilmoituksen mukaan kokonaistyyppä 4,0 %, liukoista tyyppä 1,6 %, kokonaiskaliumia 2,0 % ja kuiva-ainetta 0,6 kg/litra. Tuotteen sisältämä kananlanta on valmistajan ilmoituksen mukaan hygienisoitu lämpökäsittelyn avulla rakeistusvaiheessa. Rakeistusvaiheessa kananlantaan on lisätty 2 % merilevää. Lisätietoja kananlantarakeen ja turpeen seoksesta on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 1.

1.1.1.2 Luomukasvualustassa käytettävän lannan määrän suunnittelu

Kasvualustaan sijoitettavan lannan määrän mitoitus perustui aiemmin tehtyyn tutkimukseen kurkkukasvuston sisältämästä ravinnemäärästä. Seppälän (1979) tutkimuk-

nessa maanpäällinen kurkkukasvusto, jonka satotaso oli 50 kg/m^2 , sisälsi tyypeä $122\text{--}185 \text{ g/m}^2$ ja kaliumia $143\text{--}228 \text{ kg/m}^2$.

Mitoitus tehtiin tyyden ja kaliumin määrän avulla, jolloin muita ravinteita oli kasvualustassa riittävästi.

Tuolloin kananlantarakeita laskettiin tarvittavan 8 litraa/kasvi, jolloin kaliumin laskennallinen määrä rakeiden mukana oli 155 g/m^2 ja kokonaistyyden 309 g/m^2 , josta liukoisessa muodossa 124 g/m^2 . Laskennassa käytettiin seuraavia lukuarvoja: kananlantarakeiden kuiva-ainemäärä tilavuusyksikössä, kuiva-aineen kokonaiskaliumin pitoisuus, kuiva-aineen kokonaistyyden pitoisuus, kuiva-aineen liukoisen tyyden pitoisuus, taimien istutustiheys.

Tällä perusteella kananlantarakeiden määräksi ensimmäistä kurkkukasvustoa varten mitoitettiin neljä litraa/ kasvi/ istutus. Vastaava määrä kananlantaa reaktorikompostoimalla käsiteltynä oli valmistajan ilmoituksen mukaan 24 litrassa kompostia. Reaktorikompostoidussa lannassa liukoisen tyyden osuus oli valmistajan mukaan kuitenkin noin 20 % kokonaistyyden määrästä, kun se kananlantarakeissa on 40 %.

Toista kasvustoa varten kananlantarakeiden määrää kuitenkin nostettiin yhdellä litralla/kasvi. Määrän lisääminen johtui leh-tianalyysoitujen tuloksista: ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun lopulla tyyden pitoisuus oli Viljavuuspalvelu Oy:n kurkulle laatiman ohjearvon alapuolella reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja ohjearvon alarajalla kananlantarakeita käytettäessä. Kananlantarakeiden määrä nostettiin siis viideksi litraksi/kasvi toista kurkkukasvustoa varten. Vastaava määrä kananlantaa oli 30 litrassa reaktorikompostoitua kananlantaa.

Yhteensä viljelykaudella käytettiin siis 9 litraa kananlantarakeita/taimi. Rakeiden sisältämän kokonaiskaliumin laskennallinen määrä oli 174 g/m^2 . Valmistajan ilmoituksen mukaan rakeiden sisältämä kalium on likimäärin täysin liukoisessa muodossa (= uutettavissa happamalla ammoniumasetaatilla). Rakeiden sisältämä kokonaistyyden määrä oli 348 g/m^2 , josta liukoisessa muodossa oli 40 % (139 g/m^2).

1.1.1.3 Luomukasvualustan tyyppi- ja kaliumpitoisuus kasvualustanalyysien perusteella

Kasvualustan rakennusvaiheessa, juuri ennen taimien istutusta, kasvualustasta otettiin näytteitä, jotka analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä. Näytteitä lähetettiin analysoitavaksi seuraavasti: yksi näyte kasvualustan yläosassa olevasta turve-hiekkaseoksesta, yksi näyte reaktorikompostoidusta kananlannasta ja yksi näyte kananlantarae-turveseoksesta. Kukin näyte koostui 15 osanäytteestä. Näytettä ei hienonnettu ennen Viljavuuspalveluun lähettämistä. Myöhemmin selvisi, ettei hienontamista tehdä myöskään Viljavuuspalvelussa, mikä on vaikeuttanut edustavan osanäytteen saamista Viljavuuspalveluun lähetetystä näytteestä, joka oli otettu kananlantarakeiden ja karkean turvefraktion seoksesta.

Kasvualustan tyyden ja kaliumin pitoisuudet kasvualustassa ennen viljelyn aloitusta on esitetty taulukossa 1. Taulukossa esitetyt lukuarvot on laskettu seuraavien tietojen perusteella: kasvualustan kuiva-ainemäärä/ kasvi (määritys Biolan Oy:n tekemä), kuiva-aineen kokonaistyyden pitoisuus, kuiva-aineen liukoisen tyyden pitoisuus, kuiva-aineen liukoisen kaliumin pitoisuus, kurkun istutustiheys.

1.2 Kurkkukasvusto ja sen hoito

Kasvihuonekurkun viljely toteutettiin siten, että luonnonmukaista viljelytapaa noudatettiin kasvualustan ja lannoituksen osalta. Muilta osin viljely oli tavanomaista, myös taimikasvatus.

Ensimmäinen kurkkukasvusto istutettiin 1.3. (= viikolla 9) ja uusintaistutus tapahtui 17.6. (= viikolla 25). Ensimmäisessä istutuksessa lajike oli Ventura RZ ja toisessa Flamingo LM. Istutustiheys oli huoneessa $1,61 \text{ kpl/m}^2$, jolloin istutusväli oli 56 cm. Kasvit sijaitsivat paririveissä, ja etäisyys paririvin keskikohdasta seuraavan paririvin keskikohtaan oli 1,90 metriä. Taimiruokku

poistettiin istutusvaiheessa ja luomukasvualustaa käytettäessä reilut puolet juuripaakusta upotettiin kasvualustan yläosaan, joka oli ravinnepitoisuudeltaan laimeaa turve-hiekkaseosta.

Kukin kurkkurivi tuettiin yhdellä tukilangalla. Leikkauksessa käytettiin sateenvarjoleikkausta, siten että jätettiin kaksi sivuversoa/kasvi.

Kastelu toteutettiin tippukasteluna ajastinta käyttäen. Tippuja oli kaksi kukin kasvia kohden. Kasvualustan kosteutta optimoitiin tarkkailemalla puristenesteen määrää, kun kasvualustanäytettä puristettiin nyrkissä. Kasvualustan rakennusvaiheessa, ennen ensimmäisen kasvuston taimien istutusta, kasvualustaa kasteltiin. Vesimäärä oli keskimäärin 13 litraa/kasvi, toisin sanoen 55 cm x 56 cm alalle. Tippukasteluna annetun veden määrä kunakin viikkoa merkittiin muistiin. Kasteluvettä kuului luomukasvualustalla vähemmän kuin tavanomaisessa turveviljelyssä. Kasteluveden määrä oli ensimmäiselle kasvustolle yhteensä 139 litraa/kasvi luomukasvualustaa käytettäessä ja 200 litraa/kasvi tavanomaisessa turveviljelyssä. Toiselle kasvustolle määrä oli yhteensä 164 litraa/kasvi luomukasvualustaa käytettäessä ja 247 litraa/kasvi tavanomaisessa turveviljelyssä. Valuma, mikäli sellaista oli, pääsi poistumaan luomukasvualustasta pohjamuovin reunalta pohjamaahan. Pohjamuovi ei ylettynyt hoitokäytävälle siten, että valumavesi olisi jäänyt makaamaan muovin päälle, mitä on pidettävä puutteena kokeen toteutuksessa.

Tekovaloa ei käytetty. Luonnonvaloa oli huomattavasti normaalia enemmän maaliskuun, huhtikuun ja toukokuun, kesäkuun valoisaus oli jälleen normaaliarvojen yläpuolella, heinäkuun tiedot puuttuvat, elokuun ja syyskuun valoisaus oli jälleen normaaliarvojen yläpuolella. Viljelykauden valoisuutta on tässä arvioitu auringonpaistetuntien avulla, mitattuna lähimmällä Ilmatieteen laitoksen asemalla (Ilmatieteen laitos 1993, Ilmatieteen laitos 1996a, Ilmatieteen laitos 1996b, Ilmatieteen laitos 1996c).

Kasvitautilien ja -tuholaisten esiintymisen pysyi hallinnassa. Juuristotauteja torjuttiin ennakolta *Streptomyces*-sadesienen avulla ja harsosääsken toukkia sukkulamatojen avulla. Torjuntaeläimiä lisättiin kasvustoon, kun siellä havaittiin vihannespunkkeja, tupakkariipsiäisiä ja kurkkukirvoja. Härmää torjuttiin rikittämällä. Vihannespunkkia torjuttiin toisesta kasvustosta lisäksi Havin mäntysuopaliuksella. Ennen toisen satokauden alkua torjuttiin peltoluteita mevinfossia sisältävällä yhdisteellä (Fosdrin-ruiskute).

Kasvuston ulkonäköä seurattiin koko viljelykauden ajan. Toista kasvustoa varten tehtävän lisälannoituksen määrää nostettiin alkuperäistä suunnitelmaa suuremmaksi, kun ensimmäisen kasvuston lopulla otettujen lehtinäytteiden typpipitoisuus oli alhainen. Tuolloin typen vähydelle saatiin tukea myös kasvuston ulkonäöstä: luomukasvualustalla kasvanut kasvusto oli väriltään vaalempaa vihreää kuin tavanomaisesti viljelty kasvusto.

Luomukasvualustalla viljelyssä kasvustossa oli muitakin silmin havaittavia eroja verrattuna tavanomaisesti viljeltyyn kasvustoon. Kasvu oli hitaampaa luomukasvualustalla viljelyssä kasvustossa ainakin taimien istutuksesta latvontaan saakka, sekä ensimmäisessä että toisessa kurkkukasvustossa. Lisäksi hedelmien pinnalla oli jonkin verran vaaleaa, pölymäistä ainetta luomukasvualustalla viljeltyä, ei kuitenkaan häiritsevää määrin. Puutarhakonsulentti Stefan Nordmyr (Österbottens Svenska Lantbrukssällskapet) kertoi nähneensä vastaavan ilmiön kurkkukasvustossa, joka sai piilannoitusta.

Satoa kerättiin ensimmäisestä kasvustosta 25.3.–5.6. (11 viikkoa) ja toisesta 8.7.–30.9. (12 viikkoa).

1.2.1 Ravinnetilan seuranta viljelykauden kuluessa

Kasvualustan ravinnetilan kehitystä viljelykaudella seurattiin tekemällä määrityksiä sekä kasvualustasta että kasvustosta.

1.2.1.1 Kasvualusta-analyysit

Pääosin kasvualustasta tehdyt määritykset suoritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä. Muutamia mittauksia tehtiin MTT Martensin vihannestutkimus- asemalla (puristenesteen johtokyky ja pH).

Viljavuuspalvelu Oy:ssä analysoitavia näytteitä otettiin seuraavista kasvualustan kohdista seuraavina ajankohtina:

- ravinnepitoisuudeltaan laimeasta kasvualustan yläosasta, johon taimet istutettiin, otettiin näytteet ennen ensimmäisen kasvuston istutusta sekä ensimmäisen ja toisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä
- ravinnepitoisuudeltaan väkeväästä kasvualustan alaosasta, johon reaktorikompositoitu kananlanta tai kananlantarakeet oli sijoitettu ensimmäistä kasvustoa varten, otettiin näytteet ennen taimien istutusta sekä ensimmäisen ja toisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä
- toista kasvustoa varten kasvualustan reunaan tehdystä lisälannoituskohdasta (sama ainesta kuin kasvualustan alaosassa) otettiin näytteet toisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä.

Analysoitavien kasvualustanäytteiden määrä oli yksi näyte/ kasvualustan kohta / näytteenottokerta. Yhteensä analysoitiin 13 kasvualustanäytettä. Kukin näyte koostui 15 osanäytteestä. Näytteet analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä.

Kasvualustanäytteestä määritettiin johluku, happamuus, kosteus ja tilavuuspaino. Lisäksi määritettiin kasvinravinteista kokonaistyyppi ja uuttuva (= liukoinen) pitoisuus seuraavista: typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium, rikki, kupari, sinkki, mangaani ja boori. Näytteestä määritettiin myös liukoisen kloridin ja liukoisen natriumin pitoisuus ensimmäisen ja toisen viljelyn lopulla sekä liukoisen piin pitoisuus toisen viljelyn lopulla.

MTT Martensin vihannestutkimus- asemalla mitattiin puristenesteen johtokyky ja pH ravinnepitoisuudeltaan laimeasta kasvualustan yläosasta, taimen ja tippukaste-

lun välissä. Mittaus tehtiin Volmaticin mit- talaitteilla joka viikko koko viljelykauden ajan. Mittaus suoritettiin kaikista koeruuduista, viidestä mittauspisteestä/ koeruutu.

1.2.1.2 Lehtianalyysit

Lehtinäytteitä otettiin ensimmäisestä kasvustosta kolmena ajankohtana (2.4., 6.5. ja 5.6.), samoin toisesta kasvustosta (16.7., 26.8. ja 30.9.). Ensimmäisestä kasvustosta lehtinäyte otettiin kaikista koeruuduista ensimmäisellä näytteenottokerralla ja kahdella viimeisellä kerralla otettiin yksi näyte kutakin kasvualusta- ja lannoitusratkaisua kohden. Toisesta kasvustosta analysoitiin yksi näyte/koeruutu kaikilla kerroilla. Yhteensä analysoitiin 14 lehtinäytettä/ kasvualusta- ja lannoitusratkaisu.

Näytteet otettiin Viljavuuspalvelu Oy:n ohjeita noudattaen (Viljavuuspalvelu Oy 1994). Näytteet analysoitiin Viljavuuspal- velu Oy:n Mikkelin toimipisteessä.

Kustakin näytteestä määritettiin koko- naispitoisuudet seuraavista kasvinravinteis- ta: typpi, fosfori, kalium, kalsium, magne- sium, rikki, rauta, boori, kupari, mangaani ja sinkki. Lisäksi näytteistä määritettiin piin, natriumin ja kloorin määrä 5.6., 26.8. ja 30.9.

1.3 Sadon määrä ja kaupakelpoisuus

Sadon poimintatiheys vastasi tavanomaista ammattiviljelmän käytäntöä. Pääosin satoa kerättiin kolme kertaa viikossa.

Sato lajiteltiin kolmeen luokkaan: I- luokkaan, II-luokkaan ja muihin. Jaottelu perustui virallisiin kaupakelpoisuusvaati- muksiin, kuitenkin niin, että I-luokka sisäl- si sekä Extra luokan että I-luokan sadon (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1995).

Kuhunkin luokkaan lajitellun sadon massa sekä kurkkujen lukumäärä määritet- tiin kaikista koeruuduista kaikkina poimin- takertoina.

1.4 Muu sadon laatu

Sadon muuta laatua selvitettiin pienimuotoisten kokeiden avulla mittaamalla I-luokan kurkun maun miellyttävyyttä, nitraattipitoisuutta sekä rakennetta säilytyksen jälkeen.

1.4.1 Maun miellyttävyys

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutusta kurkun maun miellyttävyyteen selvitettiin kaksi kertaa satokauden kuluessa.

Kurkkusadon maun miellyttävyyttä tutkittiin yhteensä 84 makuarvion perusteella kutakin kasvualusta- ja lannoitusratkaisua kohden. Kaikkiaan makuarviointeja tehtiin siis 252.

Maun miellyttävyys arvioitiin aistinvaraisesti. Maku pisteytettiin KESKO Tuote-tutkimuksessa käytettävällä asteikolla (taulukko 2). Arviointi toteutettiin MTT Elin-tarviketeknologian laitoksen makulaboratoriossa. Kurkun maku arvosteltiin kuorimattomista kurkunpaloista. Kukin näyte oli merkitty kolminumeroisella arvotulla koodilla, jotta maistaja ei tietäisi kurkun viljelytapaa.

Jokaisesta koeruudusta otettiin kaksi näytettä/näytteenottokerta. Kukin näyte koostui neljästä satunnaisesti valitusta I-luokan kurkusta. Kurkkunäytteet poimitiin ensimmäisestä kasvustosta 20.5. ja toisesta 26.8., toisin sanoen 7–8 viikkoa sadonkorjuun alkamisesta.

Tilastollisten testien käytön hyödyntämiseksi makuarviointi toteutettiin seuraavasti: arvosteluraati koostui 21 arvioijasta, jotka olivat samoja kummallakin näytteenottokerralla ja jotka oli jaettu kolmeen yhtä suureen ryhmään. Yksi ryhmä arvioi kenttäkokeen yhden kerranteen hedelmien maun miellyttävyyden ja sama ryhmä arvioi saman kerranteen hedelmien maun myös toisella kerralla. Kukin maistaja pisteytti näin kuusi näytettä/ arviointikerta (kolme koeruutua/ kerranne ja kaksi näytettä/ koeruutu).

1.4.2 Nitraattipitoisuus

Lannoitus- ja kasvualustaratkaisun vaikutusta sadon nitraattipitoisuuteen tutkittiin satokauden alkuvaiheessa, jolloin kasvualustassa olevan kananlannan määrä oli suurimmillaan.

Määrittäminen suoritettiin I-luokan kurkuista. Kurkut poimittiin ensimmäisestä kasvustosta 1.4. (sadonkorjuu alkoi 25.3.) ja toisesta kasvustosta 17.7. (sadonkorjuu alkoi 8.7.).

Jokaisesta koeruudusta otettiin yksi näyte/näytteenottokerta. Yhteensä otettiin siis kuusi näytettä/ kasvualusta- ja lannoitusratkaisu; ensimmäisellä näytteenottokerralla puuttui kuitenkin näyte kananlantarakeilla lannoitetun kurkun hedelmä-näytteestä yhdestä koeruudusta lajittelussa sattuneen erehdyksen vuoksi. Havainnon puuttuminen ei estänyt tilastollisen testin

Taulukko 2. Kasvihuonekurkun maun miellyttävyyden pisteytys.

-
- 9 = ERINOMAINEN; erittäin hieno, lajille ominainen raikas maku
8 = ERITTÄIN HYVÄ; raikas, lajille ominainen maku
7 = HYVÄ; puhdas, lajille ominainen maku
6 = TYYDYTTÄVÄ; kohtalainen, ei raikas, hieman lattea
5 = KESKINKERTAINEN; jonkin verran poikkeava maku, esim. jokseenkin latteaa tai hieman tunkkainen
4 = VÄLTTÄVÄ; selvästi poikkeava maku, esim. väljähtänyt tai tunkkainen
3 = PUUTTEELLINEN; selvä sivumaku tai muuttunut maku tai mauton
2 = HUONO; epämiellyttäväksi muuttunut maku tai aivan mauton
1 = ERITTÄIN HUONO; luotaantyöntävä maku
-

Taulukko 3. Kasvihuonekurkun rakenteen pisteytys.

| | |
|-----|--|
| 9 = | ERINOMAINEN; rakenne täydellisesti säilynyt, lajille ominainen, kiinteys erittäin hyvä |
| 8 = | ERITTÄIN HYVÄ; erittäin hyvin säilynyt rakenne, lajille ominainen kiinteys, muutamia pieniä virheitä |
| 7 = | HYVÄ; hyvin säilynyt, lajille ominainen rakenne, muutamia virheitä, kiinteys moitteeton |
| 6 = | TYYYDYTTÄVÄ; rakenne vielä hyvin säilynyt, muutamia vahingoittuneita kohtia, pieni paikallinen pehmenemä |
| 5 = | KESKINKERTAINEN; poikkeaa jonkin verran lajille ominaisesta rakenteesta, esim. kauttaaltaan hieman liian pehmeä. |
| 4 = | VÄLTETTÄVÄ; rakenne lajille ominaisesta selvästi poikkeava, liian pehmeä, ei epämiellyttävä |
| 3 = | PUUTTEELLINEN; rakenne muuttunut, varsin pehmeä, lievästi vetinen |
| 2 = | HUONO; varsin vahvasti muuttunut rakenne, vetinen, epämiellyttävä |
| 1 = | ERITTÄIN HUONO; näyte menettänyt täysin lajille ominaisen rakenteensa ja kiinteytensä, vastenmielinen |

suorittamista.

Kukin näyte koostui neljästä, satunnaisesti valitusta I-luokan kurkusta. Nitraattipitoisuus määritettiin Tullilaboratoriossa nestekromatografisella menetelmällä.

1.4.3 Rakenne säilytyksen jälkeen

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutusta I-luokan kurkun rakenteen säilymiseen tutkittiin seuraavasti: kurkut muovitettiin ja niitä säilytettiin lämpötilaltaan 14–15 °C kylmävarastossa neljä vuorokautta, minkä jälkeen niiden rakenne arvioitiin.

Rakenne arvioitiin yhteensä 24 kurkusta kutakin kasvualusta- ja lannoitusratkaisua kohden. Yhteensä kurkun rakenne arvioitiin siis 72 kurkusta.

Arviointi tapahtui aistinvaraisesti käsin koskettelemalla KESKO Tuoterutkimuksen käyttämän asteikon avulla (taulukko 3).

Kurkunäytteet poimittiin 23.8.. Näyte otettiin kaikista koeruuduista. Kukin näyte koostui kahdeksasta satunnaisesti valitusta I-luokan kurkusta.

Tilastollisten testien hyödyntämiseksi arviointi toteutettiin seuraavasti: yksi arvioija arvioi yhden kerranteen hedelmien kiinteyden, toisin sanoen 24 kurkkua. Arviointi suoritettiin MTT Elintarviketeknologian laitoksella, kasvihuonekurkkua tuotavalla Härkälän puutarhalla Köyliössä ja

MTT Martensin vihannestutkimusasemalla. Kukin näyte oli merkitty kolminumeroisella koodilla, jotta arvioijat eivät tietäisi viljelytapaa.

Kurkut muovitettiin koneellisesti lähellä sijaitsevalla vihannespakkaamolla (Närpiön Vihannes Osk.). Toisinaan muovitus puuttui kurkun päästä hedelmän pituuden vuoksi. Tämä vaikutti satunnaiselta ja sitä esiintyi kaikissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä kurkuissa. Muovituksen osittainen puuttuminen kurkun päistä on voinut alentaa kurkun kiinteydestä annettua pistemäärää. Kyseisenä poimintapäivänä (23.8.), satutuloksista lasketuna, I-luokan kurkun tuoremassa oli keskimäärin 422 g/kpl reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, 415 g/kpl kananlantarakeita käytettäessä ja 406 g/kpl tavanomaisessa turveviljelyssä.

1.5 Havaintoaineiston tilastollinen testaus

Havaintoaineistolle tehtiin ensin varianssianalyysi, jonka malli riippui koejärjestelystä. Esimerkiksi testattaessa, aiheuttiko kasvualusta- ja lannoitusratkaisu tilastollisesti merkitsevää eroa I-luokan sadon määrään, tehtiin varianssianalyysi lohkoittain satunnaistetun mallin mukaisesti.

Varianssianalyysin tuloksesta kirjoitet-

tiin noudattaen seuraavaa käytäntöä: tilastollisesti erittäin merkitsevä ero, kun $p < 0,001$, tilastollisesti hyvin merkitsevä ero, kun $0,001 \leq p < 0,01$ ja tilastollisesti merkitsevä ero, kun $0,01 \leq p < 0,05$.

Mikäli kasvualusta- ja lannoitusratkaisu aiheutti tilastollisesti merkitsevän eron havaintoaineistoon varianssianalyysillä testattaessa, tutkittiin Tukey'n testin avulla 5 % merkitsevyystasolla, mitkä kasvualusta- ja lannoitusratkaisut aiheuttivat tilastollisesti merkitsevää eroa.

Havaintoaineistot, joille edellä mainittu testaus tehtiin, olivat seuraavat: kokonaissadon suuruus, I-luokan sadon suuruus, I-luokan kurkkujen lukumäärä, II-luokan sadon suuruus ja alle II-luokan sadon suuruus. Lisäksi testaus suoritettiin sadon muuta laatua koskeville havaintoaineistoille. Näitä olivat I-luokan kurkun maun miellyttävyys ja nitraattipitoisuus sekä rakenne säilytyksen jälkeen.

2 Tulokset

2.1 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus

2.1.1 Kokonaissato

Kun tarkastellaan koko viljelykautta 1.3.–30.9., kasvualusta- ja lannoitusratkaisu vaikutti kurkun kokonaissadon määrään siten, että keskimääräinen kokonaissato oli 91 % verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn sadosta, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja 86 % verranteesta, kun kasvualustassa käytettiin kananlantarakeita.

Keskimääräinen kokonaissato oli tuona aikana $35,5 \text{ kg/m}^2$, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, $33,4 \text{ kg/m}^2$ käytettäessä kananlantarakeita ja $38,8 \text{ kg/m}^2$ tavanomaisessa turveviljelyssä.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu aiheutti tilastollisesti merkitsevän eron koko-

Taulukko 4. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonekurkun kokonaissadon määrään. Viljelykauden pituus oli 1.3.–30.9.. Tekovaloa ei käytetty. Eri kirjaimella merkityt sadot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla. I ja II kasvusto on tarkasteltu erikseen.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Kokonaissato kg/m ² |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| I kasvusto, sadonkorjuu 25.3.-5.6. | |
| Reaktorikompostoitua kananlantaa | 18,80 ^a |
| Kananlantarae-turveseos | 16,33 ^b |
| Tavanomainen turveviljely | 20,60 ^a |
| II kasvusto, sadonkorjuu 8.7.-30.9. | |
| Reaktorikompostoitua kananlantaa | 16,66 ^a |
| Kananlantarae-turveseos | 17,03 ^a |
| Tavanomainen turveviljely | 18,18 ^a |

naissadon määrään ensimmäisessä kasvustossa. Toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kokonaissadon keskiarvot ja tilastollisesti merkitsevät erot ensimmäisessä ja toisessa kasvustossa on esitetty taulukossa 4.

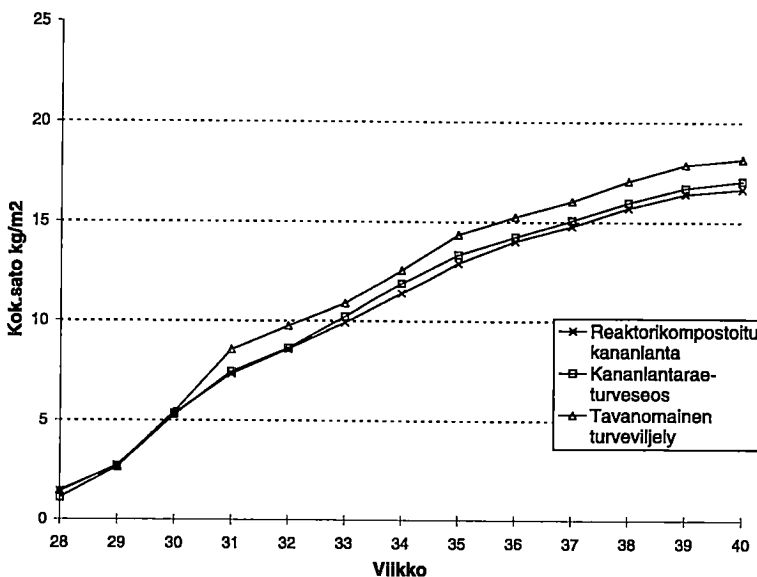
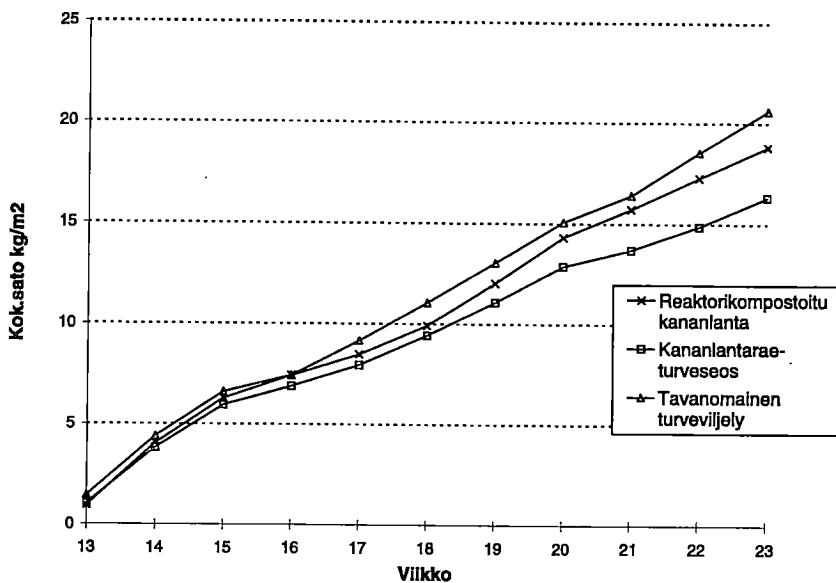
Kokonaissadon kertyminen viljelykauden kuluessa on esitetty kuvassa 2.

2.1.2 I-luokan sato

Kun tarkastellaan koko viljelykautta 1.3.–30.9., kasvualusta- ja lannoitusratkaisu vaikutti I-luokan sadon määrään siten, että keskimääräinen I-luokan sato oli 89 % verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn sadon määrästä, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja 86 % verranteen sadon määrästä, kun käytettiin kananlantarakeita.

Keskimääräinen I-luokan sato oli tuona aikana $30,8 \text{ kg/m}^2$, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, $29,5 \text{ kg/m}^2$ käytettäessä kananlantarakeita ja $34,5 \text{ kg/m}^2$ tavanomaisessa turveviljelyssä.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu aihe-



Kuva 2. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonekurkun kokonaissadon kertymiseen. Kuvassa 2a on esitetty kertyminen ensimmäisessä kasvustossa ja kuvassa 2b kertyminen toisessa kasvustossa. Viljelykauden pituus oli 1.3.–30.9.. Tekovaloa ei käytetty.

utti I-luokan sadon määrään tilastollisesti merkitsevän eron ensimmäisessä kasvustossa. Toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. I-luokan sadon määrät ja tilastollisesti merkitsevän erot ensimmäisessä ja toisessa kasvustossa on esitetty tau-

lukossa 5.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu aiheutti tilastollisesti hyvin merkitsevän eron I-luokan kurkkujen lukumäärään ensimmäisessä kasvustossa, toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. I-luokan kurkku-

Taulukko 5. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonekurkun I-luokan sadon määrään. Eri kirjaimella merkityt sadot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla. I ja II kasvusto on tarkasteltu erikseen.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | I-luokan sato kg/m ² | Osuus kokonaissadosta % |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| I kasvusto | | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 15,95 ^{ab} | 84,8 |
| Kananlantarae-turveseos | 14,30 ^b | 87,6 |
| Tavanomainen turveviljely | 17,92 ^a | 87,0 |
| II kasvusto | | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 14,81 ^a | 88,9 |
| Kananlantarae-turveseos | 15,23 ^a | 89,4 |
| Tavanomainen turveviljely | 16,61 ^a | 91,4 |

jen keskimääräinen lukumäärä ja tilastollisesti merkitsevät erot ensimmäisessä ja toisessa kasvustossa on esitetty taulukossa 6.

2.1.3 II-luokan ja alle II-luokan sato

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu ei aiheutanut II-luokan kurkkusadon määrään tilastollisesti merkitsevää eroa kummassakaan kasvustossa.

Alle II-luokan sadon määrään kasvualusta- ja lannoitusratkaisu aiheutti tilastollisesti hyvin merkitsevän eron ensimmäisessä kasvustossa. Toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus II-luokan ja alle II-luokan sadon määrään on esitetty taulukossa 7. Taulukossa on esitetty myös tilastollisesti merkitsevät erot sekä ensimmäisen että toisen kasvuston sadoissa.

2.2 Muu sadon laatu

2.2.1 Maun miellyttävyys

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu ei aiheutanut I-luokan kurkun maun miellyttävyys-

teen tilastollisesti merkitsevää eroa, kun maun miellyttävyyttä tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla 20.5. ja 26.8. poimituista sadoista. Maun miellyttävyys arvioitiin keskimäärin tyydyttävän ja hyvän välille kaikissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä sadoissa. Keskimäärin kur-

Taulukko 6. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus I-luokan kurkkujen lukumäärään. Eri kirjaimella merkityt sadot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla. I ja II kasvusto on tarkasteltu erikseen.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | I-luokan kurkkuja kpl/m ² |
|-----------------------------------|---|
| I kasvusto | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 41,95 ^{ab} |
| Kananlantarae-turveseos | 37,42 ^b |
| Tavanomainen liuoslannoitus | 46,70 ^a |
| II kasvusto | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 35,11 ^a |
| Kananlantarae-turveseos | 36,02 ^a |
| Tavanomainen turveviljely | 40,81 ^a |

Taulukko 7. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonekurkun II-luokan ja alle II-luokan sadon (= muut) määrään. Eri kirjaimella merkityt sadot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla. I ja II kasvusto on tarkasteltu erikseen, samoin eri kauppakelpoisuusluokat (II-luokka, muut). Sadon osuus kokonaissadosta on merkitty sulkuihin.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | II-luokkaa kg/m ² | Muut kg/m ² |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| I kasvusto | | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 1,68 ^a (8,9 %) | 1,17 ^a (6,2 %) |
| Kananlantarae-turveseos | 1,23 ^a (7,5 %) | 0,80 ^b (4,9 %) |
| Tavanomainen turveviljely | 1,44 ^a (7,0 %) | 1,25 ^a (6,1 %) |
| II kasvusto | | |
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 1,23 ^a (7,4 %) | 0,62 ^a (3,7 %) |
| Kananlantarae-turveseos | 1,18 ^a (6,9 %) | 0,61 ^a (3,6 %) |
| Tavanomainen turveviljely | 1,05 ^a (5,6 %) | 0,52 ^a (2,9 %) |

Taulukko 8. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutuskasvihuonekurkun I-luokan sadon maun miellyttävyyteen 20.5. ja 26.8. poimitussa sadossa. Pisteytys välillä 1–9; mitä korkeampi pistemäärä, sitä miellyttävämpi maku. Mikäli lukuarvot on merkitty eri kirjaimella, ne erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Poiminta-päivä 20.5. | Poiminta-päivä 26.8. | Keskiarvo n = 84 | Vaihteluväli |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------------|
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 6,1 | 6,2 | 6,1 ^a | 2-9 |
| Kananlantarae-turveseos | 6,6 | 6,5 | 6,6 ^a | 2-9 |
| Tavanomainen turveviljely | 6,5 | 6,0 | 6,2 ^a | 2,5-8 |

kun maun miellyttävyys oli parhain, kun kasvualusta sisälsi kananlantarakeita.

Keskiarvo I-luokan sadon maun miellyttävyyydestä, arvostelujen vaihteluväli sekä tilastollisesti merkitsevät erot eri kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä kurkuissa on esitetty taulukossa 8.

alussa, kun pitoisuuksia tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla.

I-luokan sadon keskimääräiset nitraattipitoisuudet, pitoisuuksien vaihteluväli, sekä tilastollisesti merkitsevät erot eri kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä kurkuissa on esitetty taulukossa 9.

2.2.2 Nitraattipitoisuus

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu vaikutti tilastollisesti merkitsevästi I-luokan kurkujen nitraattipitoisuuteen satokauden

2.2.3 Rakenne säilytyksen jälkeen

Vihannespakkaamalla muovitetun ja neljä päivää 14–15 °C säilytetyn I-luokan kurkun rakenne oli keskimäärin hyvä tai erit-

Taulukko 9. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonekurkun I-luokan sadon nitraattipitoisuuteen (mg/kg tuoremassaa) I ja II kasvuston sadonkorjuun alkuvaiheessa (1.4. ja 17.7.). Mikäli lukuarvot on merkitty eri kirjaimella, ne erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Poimintapäivä 1.4. | Poimintapäivä 17.7. | Keskiarvo n=6 | Vaihteluväli |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 380 | 370 | 370 ^{ab} | 250 - 520 |
| Kananlantarae-turveseos | 230 | 310 | 270 ^a | 210 - 390 |
| Tavanomainen turveviljely | 410 | 760 | 590 ^b | 360 - 805 |

Taulukko 10. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus muovitetun, neljä vuorokautta + 14–15 °C säilytetyn I-luokan kurkun rakenteeseen 23.8. poimitussa sadossa. Pisteytys välillä 1–9; mitä korkeampi pisteytys, sitä parempi rakenne. Mikäli lukuarvot on merkitty eri kirjaimella, ne erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi Tukeyn testillä 5 %:n merkitsevyystasolla.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Keskiarvo n=24 | Vaihteluväli |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 7,75 ^a | 6 - 9 |
| Kananlantarae-turveseos | 6,81 ^b | 5 - 9 |
| Tavanomainen turveviljely | 7,71 ^a | 5 - 9 |

täin hyvä kaikissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa, kun satoa tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla 23. elokuuta poimitusta sadosta.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun aiheuttamat erot kurkun rakenteeseen olivat kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitseviä. Sadon rakenteesta annetut keskimääräiset pisteet, niiden vaihteluväli ja tilastollisesti merkitsevät erot eri kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä kurkuissa on esitetty taulukossa 10.

2.3 Ravinnetilan seuranta

2.3.1 Luomukasvualustasta tehdyt määrittymiset

2.3.1.1 Liukoisten ravinteiden riittävyys

Tutkimuksessa määritettyjen liukoisten ravinteiden, joiden pitoisuuksista on Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvot, toisin sanoen typen, fosforin, kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, boorin, kuparin ja mangaanin, pitoisuus ei alentunut kasvualustassa alle Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvon, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Pitoisuus ei ollut alle ohjearvon ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun lopulla kasvualustan alaosassa, johon kananlanta sijoitettiin ensimmäistä kasvustoa varten. Pitoisuus ei myöskään ollut alle ohjearvon toisen kasvuston sadonkorjuun lopulla kasvualustan reunalla, johon kananlanta sijoitettiin toista kasvustoa varten (Viljavuuspalvelu Oy 1994). Liitteen 1 on koottu lisätietoja kasvualustan liukoisten ravinteiden pitoisuuksista.

Ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun päättyessä kasvualustan alaosan johtoluku oli selkeästi alempi kuin viljelyn aloitusvaiheessa. Kun johtoluku oli viljelyn alussa 32 reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 31 kananlantarakeita käytettäessä, oli johtoluku ensimmäisen sadonkorjuun

lopulla 3,4 reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 5,8 kananlantarakeita käytettäessä. Kasvualustan alaosan johtoluku oli sadonkorjuun lopulla samaa suuruusluokkaa kuin kasvualustan yläosassa ennen viljelyn aloitusta (johtoluku 5,4).

Toisen kasvuston sadonkorjuun lopulla johtoluku kasvualustan reunassa, johon lisälannoitus toista kasvustoa varten sijoitettiin, ei ollut alentunut samalla tavoin: se oli viljelykauden päättyessä 36 reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 31 kananlantarakeita käytettäessä.

Ravinnepitoisuudeltaan väkevän osan johtoluvusta on lisätietoja liitteessä 1.

2.3.1.2 Suolapitoisuus kasvualustan yläosassa

Kasvualustan kananlantaa sisältävä, ravinnepitoisuudeltaan väkevä osa ei kohottanut ravinnepitoisuudeltaan laimean osan suolapitoisuutta viljelykauden kuluessa, käytettiin kasvualustassa kananlantarakeita tai reaktorikompostoitua kananlantaa.

Kasvualustan puristenesteen johtokyvyn keskimääräinen arvo, joka on saatu 15 näytteenottokohdan keskiarvona, ei yhtenäkkään viikkona ylittänyt Viljavuuspalvelu Oy:n esittämää ohjearvoa (1,8–3,5 mS/cm). Poikkeuksen muodosti toisen kasvuston viljelyn alku reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä. Tämä selittyy sillä, että kasvualustaa oli lisälannoitusta toteutettaessa siirretty kasvualustan reunalta sen pintaosaan, myös kompostoidusta kananlannasta koostuvaa alaosa.

Yksittäisessä mittaustuloksessa, jossa näyte koostuu viidestä kohtaa otetusta osanäytteestä, johtokyvyn arvo oli toisinaan hieman yli ohjearvon, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Näin oli etenkin reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ensimmäisen kasvuston viljelyn alkuvaiheessa: 15.3. 3,6 mS/cm, 22.3. 4,9 mS/cm, 29.3. 4,4

mS/cm ja 4.4. 5,2 mS/cm. Heinäkuun jälkeen ohjearvon ylityksiä ei havaittu yhdessäkään mittauksessa, käytettiin kasvualustassa reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita.

Viljavuuspalvelu Oy:ssä tehdyissä johtolukumäärityksissä kasvualustassa oli sekä ensimmäisen että toisen sadonkorjuun päätyttyä kohta, jossa johtoluku ei ylittänyt Viljavuuspalvelun ohjearvoa (4–8), käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun lopulla ohjearvo ei ylittynyt missään kohdassa kasvualustaa (yläosa/alaosa). Toisen kasvuston sadonkorjuun lopulla johtoluku oli ohjearvojen puitteissa kasvualustan ylä- ja alaosassa, lukuunottamatta kasvualustan yläosaa reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä (johtoluku 12). Johtoluvun arvoja on esitetty liitteessä 1.

2.3.1.3 Happamuus

Kasvualustan yläosan puristenesteen pH:n arvo oli kunakin viikkona keskimäärin Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvon (5,0–6,5) mukainen (keskiarvo 15 osanäytteestä), käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Poikkeuksen muodostaa syyskuun ensimmäinen viikko, jolloin puristenestestä mitattu pH oli Viljavuuspalvelun ohjearvon yläpuolella (pH 6,7), niin reaktorikompostoitua kananlantaa kuin kananlantarakeita käytettäessä.

Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä tehdyissä kasvualustamäärityksissä kasvualustan pH on ylittänyt Viljavuuspalvelu Oy:n esittämän ohjearvon (5,5–6,5), myös kasvualustan yläosa. Näytteen pH oli yli ohjearvon sekä ensimmäisen ja toisen sadonkorjuun lopulla, sekä kasvualustan ylä- että alaosassa, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita (taulukko 11).

Taulukko 11. Kasvihuonekurkun viljelyssä käytetyn luomukasvualustan pH reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarae-turveseosta käytettäessä. Viljavuuspalvelu Oy:n esittämä kurkun ohjearvo on 5,5–6,5 (Viljavuuspalvelu 1994).

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Viljelyn aloitus | Aika | |
|--------------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| | | I kasvuston raivaus | II kasvuston raivaus |
| Reaktorikompostoitua kananlantaa | | | |
| Kasvualustan yläosa | 6,2 | 6,8 | 6,9 |
| Kasvualustan alaosa | 7,3 | 7,1 | 7,0 |
| Kasvualustan reuna ^{*)} | - | - | 6,3 |
| Kananlantarae-turveseos | | | |
| Kasvualustan yläosa | 6,2 | 7,0 | 6,6 |
| Kasvualustan alaosa | 7,0 | 6,6 | 6,8 |
| Kasvualustan reuna ^{*)} | - | - | 6,2 |

^{*)} = toista kasvustoa varten sijoitettu lisälannoitus

2.3.2 Luomukasvualustassa viljellyn kasvuston lehtianalyysit

2.3.2.1 Typpipitoisuus

Lehtinäytteiden typpipitoisuus oli keskimäärin Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvon mukainen sekä ensimmäisessä että toisessa kasvustossa, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita.

Kun tarkastellaan yksittäisiä näytteitä, typen pitoisuudessa on ollut ohjearvon alitus. Alitus tapahtui ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun lopulla, reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä (typen pitoisuus 27 g/kg, ohjearvo 30–60 mg/kg). Kananlantarakeita käytettäessä pitoisuus oli tuolloin ohjearvon alarajan tuntumassa (31 g/kg). Toisessa kasvustossa typen pitoisuus oli ohjearvojen mukainen kaikissa lehtinäytteissä, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita.

2.3.2.2 Kaliumpitoisuus

Lehden kaliumpitoisuus ei alittanut Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvoa yhdessäkään lehtinäytteessä, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita, ei ensimmäisessä eikä toisessa kasvustossa.

Ensimmäisessä kasvustossa keskimääräinen pitoisuus oli ohjearvon mukainen, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Toisessa kasvustossa keskimääräinen pitoisuus oli ohjearvon ylärajalla kananlantarakeita käytettäessä (50 g/kg, ohjearvo 25–50 g/kg) ja hieman ohjearvon yläpuolella reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä (54 g/kg). Yksittäisillä näytteenottokerroilla kaliumpitoisuus ylitti ohjearvon, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita.

2.3.2.3 Muiden ravinteiden pitoisuus

Ensimmäisessä kasvustossa muiden määrätettyjen ravinteiden (fosfori, kalsium, magnesium, rikki, rauta, boori, kupari, mangaan-

ni ja sinkki) keskimääräinen pitoisuus ylitti Viljavuuspalvelu Oy:n alarajan, käytettiin pää reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita.

Myös toisessa kasvustossa keskimääräiset pitoisuudet ylittivät Viljavuuspalvelun ohjearvon alarajan, lukuunottamatta mangaania reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä. Keskimäärin mangaanipitoisuus oli tuolloin 68 mg/kg, kun ohjearvo on 75–200 mg/kg. Yksittäisissä näytteissä mangaanin ohjearvon alituksia oli kaikilla näytteenottokerroilla (16.7., 26.8. ja 30.9.), ei kuitenkaan kaikissa näytteissä. Kananlantarakeita käytettäessä mangaanipitoisuus oli alle ohjearvon yhdessä yksittäisessä näytteessä (pitoisuus 69 mg/kg 16.7.).

Magnesiumin ja rikin keskimääräinen pitoisuus oli joko Viljavuuspalvelun ohjearvon ylärajalla tai sen yli, sekä ensimmäisessä että toisessa kasvustossa, niin reaktorikompostoitua kananlantaa kuin kananlantarakeita käytettäessä.

Yksittäisissä kuparin, raudan ja kalsiumin näytteissä oli lieviä Viljavuuspalvelun ohjearvon alituksia. Kuparipitoisuus oli ohjearvon alapuolella ensimmäisen sadonkorjuun lopulla, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita (pitoisuus 4,3 mg/kg reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 4,7 mg/kg kananlantarakeita käytettäessä, ohjearvo 5–15 mg/kg). Toisessa kasvustossa kuparipitoisuus oli alle ohjearvon yksittäisessä näytteessä 26.8. reaktorikompostoitua kananlantaa (4,4 mg/kg) käytettäessä ja rautapitoisuus 26.8. kananlantarakeita käytettäessä (59 mg/kg, ohjearvo 75–200 mg/kg). Kalsium oli alle Viljavuuspalvelun ohjearvon 16.7. niin reaktorikompostoitua kananlantaa kuin kananlantarakeita käytettäessä (17–19 g/kg kananlantarakeita käytettäessä ja 17–20 g/kg reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, ohjearvo 20–60 g/kg). Yksittäisissä lehtinäytteissä oli lieviä poikkeamia myös verranteena olleessa tavanomaisen turveviljelyn kasvustossa, jolloin poikkeamia oli kaliumin, kuparin, raudan ja sinkin kohdalla.

Lehtianalyysien tuloksia on esitelty yksityiskohtaisemmin liitteessä 2.

3 Tulosten tarkastelu

3.1 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus

Luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellussa kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa viljelyn kasvihuonekurkun sadon määrä ja laatu olivat lupaavia ammattiviljelyä ajatellen. Kokonaissadon määrä oli viljelykaudella ylittävän lähellä verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn kokonaissadon määrää: keskimäärin 91 % verranteen määrää, kun käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja 86 %, kun käytettiin kananlantarakeita. I-luokan osuus viljelykauden kokonaissadosta oli samaa suuruusluokkaa kuin verranteena olleessa tavanomaisessa turveviljelyn: kananlantarakeita käytettäessä I-luokan sadon osuus oli keskimäärin sama kuin tavanomaisessa turveviljelyssä (89 % kokonaissadosta), reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä I-luokan osuus oli keskimäärin hieman alhaisempi (87 % kokonaissadosta).

Verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn kokonaissato (38,8 kg/m²) ei kuitenkaan ollut huipputasoa. Ammattiviljelyllä kyetään maassamme saamaan kasvihuonekurkun kokonaissadoksi ilman tekovaloa viljeltäessä 45–50 kg/m² (Puutarhaliiton kasvihuonevihannestuotannon erikoiskonsulttina Tom Murmann, suullinen tiedonanto).

Luomukasvualustalla viljellyn kurkun satotaso oli samaa suuruusluokkaa kuin ammattimaisessa luonnonmukaisessa viljelyssä Tanskassa. Satotasoksi mainitaan viljelykauden pituudesta riippuen noin 60–83 kurkkua/m², joiden kappalehinta on noin viisi Tanskan kruunua (Landbrugets Rådgivningscenter 1996). Tässä tutkimuksessa luonnonmukaiseen viljelyyn kehitetyssä

kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa I-luokan kurkkuja oli keskimäärin 77 kpl/m², kun käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja 73 kpl/m², kun käytettiin kananlantarakeita.

3.1.1 Kananlannan käsittelyn vaikutus

Reaktorikompostoitu kananlanta näyttää olleen kananlantarakeita parempi vaihtoehto ensimmäisessä kasvustossa, jolloin kananlanta oli sijoitettu kasvualustan pohjalta. Keskimäärin kokonaissatoa saatiin tuolloin 15 % enemmän reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, ja ero oli tilastollisesti merkitsevä. Toisessa kasvustossa, jolloin kananlanta oli lisätty kasvualustan reunaan, eroa ei näy olleen: kokonaissadon määrä kananlantarakeita käytettäessä oli keskimäärin 2 % korkeampi kuin reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä. Kuitenkin reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä kurkun kokonaissadon määrä oli samassa suhteessa verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn kokonaissatoon sekä ensimmäisessä että toisessa kasvustossa: 91–92 % verranteen kokonaissadosta.

Tutkimuksessa otetuista lehti- ja kasvualustanäytteistä ei selviä, mikä aiheutti alemman satotason kananlantarakeita käytettäessä ensimmäisessä kasvustossa. Kun tarkastellaan Viljavuuspalvelu Oy:n ohjevoja, esimerkiksi kasvualustan pH, johtoluku, liukoisen typen tai liukoisen kaliumin pitoisuus ei ollut kananlantarakeita sisältävässä kasvualustassa epäedullisempi kuin kasvualustassa, joka sisälsi reaktorikompostoitua kananlantaa (Viljavuuspalvelu 1994). Tutkimuksessa ei ole mitattu kasvualustan ammoniumtypen määrää, ei myöskään ammoniakkin (NH₃) muodostumista. Kananlantarae-turveseoksen happamuus on ollut NH₃:n muodostukselle suotuinen, sillä sen pH oli viljelyn alussa 7,0.

Koska eroa ei esiintynyt toisessa kasvustossa, vaikka kasvualustan reunaan lisättiin samaa kananlantaraeturveseosta kuin kas-

vualustan pohjalle ensimmäistä kasvustoa varten, kananlantarakeiden sijainnilla kasvualustassa näyttäisi olleen vaikutusta. Tämä voi liittyä kananlannan kostumistaan.

Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että sadon määrää tarkasteltaessa reaktorikompostoitu kananlanta on kananlantarakeita turvallisempi vaihtoehto, kun viljellään kasvihuonekurkkua. Tulee kuitenkin huomata, että päätelmä perustuu yhden viljelykauden tuloksiin.

3.2 Muu sadon laatu

Pienimuotoiset kokeet koskien I-luokan sadon maun miellyttävyyttä, nitraattipitoisuutta ja rakennetta eivät viitanneet siihen, että luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellusta kasvualusta- ja lannoitusratkaisusta aiheutuisi ongelmia näissä laatutekijöissä.

Maun miellyttävyys arvioitiin keskimäärin lähes samaksi kaikissa tutkituissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa, olipa kurkkua viljelty tavanomaisessa turveviljelyssä tai luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellussa kasvualustassa, joka sisälsi kananlantarakeita tai reaktorikompostoitua kananlantaa.

Luonnonmukaiseen viljelyyn kehitetyssä kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa viljelyn kurkun nitraattipitoisuus oli keskimäärin alhaisempi kuin tavanomaisessa turveviljelyssä, eron ollessa tilastollisesti merkitsevä kananlantarakeilla viljellyn ja tavanomaisesti viljellyn kurkkusadon välillä. Elintarvikeviraston tekemän tutkimuksen perusteella kananlantarakeilla viljellyn kurkun nitraattipitoisuus (keskimäärin 270 mg/kg) ei kuitenkaan ollut erityisen alhainen verrattaessa kotimaiseen kasvihuonekurkun tuotantoon. Kyseisessä tutkimuksessa kotimaisen kasvihuonekurkun keskimääräinen nitraattipitoisuus oli 270 mg/kg (vaihteluväli 30–610) (Niemi & Hallikainen 1993).

Tutkimuksessa tehdyssä pienimuotoisessa kokeessa kurkun rakenne vaikuttaa

olleen hieman muita heikompi, kun kasvualustassa käytettiin kananlantarakeita. Muovitetun, neljä päivää 14–15 °C säilytetyn I-luokan kurkun rakenne oli heikompi, kun tavanomaisen turveviljelyn kurkun, kun kasvualustassa käytettiin kananlantarakeita, eron ollessa tilastollisesti merkitsevä. Kanalantarakeita käytettäessäkin kurkun rakenne oli kuitenkin keskimäärin hyvä ja heikoimmillaan yksittäinen kurkunäyte pisteytettiin keskinkertaiseksi. Keskinkertaiseksi luokiteltuja kurkkuja oli muissakin kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä kurkuissa, myös verranteena olleessa tavanomaisen turveviljelyn sadossa. Tämä on saattanut johtua siitä, että kurkun pakkauskelmu oli vihannespakkaamon linjalla ajoittain liian kapea ja kurkun päät jäivät ilman kelmua.

3.2.1 Kananlannan käsittelyn vaikutus

Kun tarkastelee reaktorikompostoidun kananlannan tai kananlantarakeiden käyttöä, tulosten perusteella kurkun nitraattipitoisuus satokauden alussa oli alempi ja maku parempi, kun käytettiin kananlantarakeita. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Elokuun lopulla tutkitussa sadossa kurkun rakenne oli kuitenkin parempi reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, eron ollessa tilastollisesti merkitsevä.

3.3 Ravinnetilan seuranta

3.3.1 Liukoisessa muodossa olevien ravinteiden riittävyys

Luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellussa kasvualustassa oli Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvojen perusteella riittävästi kasville käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita sekä ensimmäisen että toisen kasvuston sadonkorjuun päättymiseen saakka, käytettiinpä kananlantarakeita tai reaktorikompostoitua kananlantaa (Viljavuuspalvelu

1994). Verrattaessa lehtianalyyysien tuloksia Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvoihin, ensimmäisen kasvuston typensaanti on kuitenkin ollut kuitenkin hieman alle suositusten, kun käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja suositusten alarajoilla, kun käytettiin kananlantarakeita (Viljavuuspalvelu 1994).

Kasvualustassa oli selkeästi jäljellä liukoisia ravinteita toisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä: esimerkiksi liukoisien kaliumin pitoisuus oli ilmakeivässä, jauhetussa näytteessä 1500 mg/l käytettäessä reaktorikompostoitua kananlantaa ja 2200 mg/l käytettäessä kananlantarakeita, kun näyte oli otettu kasvualustan reunaosasta, johon lisälannoitus toista kasvustoa varten sijoitettiin. Pitoisuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun päättyessä. Tuolloin liukoisien kaliumin pitoisuus oli kasvualustan alaosa otetussa, ilmakeivässä ja jauhetussa näytteessä alle 100 mg/l (73 mg/l käytettäessä reaktorikompostoitua kananlantaa ja 53 mg/l käytettäessä kananlantarakeita).

Kaliumin pitoisuus viljelykauden päättyessä on yllättävän korkea, sillä kasvualustaan sijoitettavan lantamäärän mitoituksella tapahtui kaliumin perusteella ja liiallista lannoitusta pyrittiin välttämään. Seppälän (1979) tutkimuksessa kurkun varsisto ja sato (50 kg/m²) sisälsivät kaliumia 143–228 g/m². Kasvualustasta tehtyjen määritysten perusteella luomukasvualusta sisälsi kasville käyttökelpoisessa muodossa olevaa kaliumia viljelykaudella yhteensä 138 g/m². Kananlantarakeiden kaliumpitoisuuden perusteella laskettuna kaliumia tuli rakeiden mukana kasvualustaan 174 g/m². Biolan Oy:n ilmoituksen mukaan lähes kaikki kasvualusta-aineksissa oleva kalium on liukoisessa muodossa. Se, että satotaso ei ollut yhtä korkea kuin Seppälän (1979) tutkimuksessa, selittää jäljellä olevan kaliumin määrää viljelykauden lopulla. Lisäksi toista kasvustoa varten kasvualustaan annosteltiin korkeampi kananlantamäärä kuin ensimmäiselle kasvustolle.

Toisella kasvustolla ei vaikuta olleen ongelmia ravinteiden saannissa, sillä sadon määrä ja laatu olivat hyviä. Esimerkiksi kokonaissadon määrä oli 92 % verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn sadosta reaktorikompostoidulla kananlannalla lannoitettaessa ja 94 % verranteena olleen tavanomaisen turveviljelyn kokonaissadosta kananlantarakkeilla lannoitettaessa. Kaliumin puutteessa kasvusto ei näytä kärsineen, sillä toisen kasvuston lehtinäytteiden keskimääräinen kaliumpitoisuus on ollut Viljavuuspalvelun ohjearvon ylärajan tuntumassa.

Lehtinäytteiden perusteella vaikuttaa siltä, ettei mangaanin saatavuus ole ollut optimaalinen toisessa kasvustossa reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, kun analyysituloksia verrataan Viljavuuspalvelun ohjearvoon. Lehtinäytteiden keskimääräinen mangaanipitoisuus (laskettu yhdeksän lehtinäytteen keskiarvona) oli tuolloin alle ohjearvon: pitoisuus oli keski-

määrin 60 mg/kg (vaihteluväli 55–89 mg/kg) ja Viljavuuspalvelu Oy:n esittämä ohjearvo on 75–200 mg/kg. Kasvustossa ei kuitenkaan ollut havaittavissa näkyviä puutosoireita ja satotulokset olivat hyviä. Tarkasteltaessa muissa maissa käytettäviä ohjearvoja, esiintyy kasvihuonekurkulle tehdyissä mangaanin ohjearvoissa Viljavuuspalvelun ohjearvoa alempia lukuja, mm. 50 $\mu\text{g/g}$ (= 50 mg/kg). Kasvihuonekurkulla on havittu mangaanin puutosoireita, kun lehtinäytteen pitoisuus on ollut 15 $\mu\text{g/g}$ nuorilla lehdillä ja 20 $\mu\text{g/g}$ vanhoilla lehdillä (Winsor & Adams 1987).

3.3.2 Kasvualustan pH ja suolapitoisuus

Lehtinäytteiden alhaisen mangaanipitoisuuden perusteella herää kysymys, onko kasvualustan korkea pH häirinnyt mangaanin saatavuutta reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä (Mengel & Kirkby 1987).

Kasvualustan yläosan puristenesteen pH on kuitenkin kunakin viljelykauden

viikkona, yhtä syyskuun viikkoa lukuunottamatta, alittanut Viljavuuspalvelun ohjearvon ylärajan, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakkeita.

Toisen kasvuston sadonkorjuun loputtua otetuissa kasvualustanäytteissä kasvualustan pH oli reaktorikompostoitua lantaa käytettäessä korkeampi kuin kananlantarakkeita käytettäessä, niin kasvualustan yläosassa, alaosassa kuin toista kasvustoa varten tehdyssä lisälannoituskohdassa. Toisen kasvuston raivausvaiheessa kasvualustan yläosan pH oli 6,9 ja alaosan pH 7,0. Kasvualustan reuna, johon lisälannoitus toista kasvustoa varten toteutettiin, oli kuitenkin ohjearvon mukainen (pH 6,3).

Tulosten perusteella voi todeta, että pH-arvo on luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellussa kasvualustassa paikoitellen ylittänyt ohjearvon ja että kasvualustaa kehitettäessä tämä tulee huomioida.

Kasvualustan suolapitoisuus ei kohonut luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellussa kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa. Tulee huomata, että tavoitteena on vaihtaa kasvualusta joka vuosi. Mikäli samaa alustaa käytetään pidemmän aikaa, kasville tarpeettomien suolojen määrä lisääntyy alustassa, koska sitä ei huuhdella ylikastelun avulla.

3.4 Ehdotukset jatkotutkimuksiksi

Tämän tutkimuksen perusteella kasvualustan rakennusaineokset soveltuvat kasvihuonekurkun luonnonmukaiseen tuotantoon.

Tutkimuksen perusteella kananlannan määrä (neljä litraa kananlantarakkeita/kasvi ensimmäiselle kasvustolle ja viisi litraa rakeita/kasvi toiselle kasvustolle) vaikuttaa hieman ylimitoitetulta koko viljelykautta ajatellen. Määrän alentaminen saattaa kuitenkin rajoittaa toisen kasvuston kasvua, sillä ensimmäiselle kasvustolle mitoitettu määrä vaikuttaa analyysitulosten perusteella olleen hieman liian alhainen typensääntönsä kannalta. Luonnonvalon määrä oli ensimmäisen kasvuston viljelyn kuluessa nor-

maalia suurempi.

Tässä kenttäkokeessa tutkittu kasvu-
alusta- ja lannoitusratkaisu on työläs raken-
taa. Kananlantaa lisättiin kutakin kasvus-
toa varten erikseen. Tulisi selvittää, voi-
daanko kananlanta lisätä kasvualustaan
koko viljelykautta varten kasvihuonekurk-

kua viljeltäessä.

Koska kasvualusta- ja lannoitusratkai-
sua tutkittiin kasvihuonekurkun viljelyssä
vasta ensimmäistä viljelykautta kenttäko-
keen avulla, tarvitaan vielä lisätutkimusta
viljelyvarmuuden selvittämiseksi.

Kenttäkoe 2

Kasvihuonetomaatin viljely luonnonlannoitteiden avulla

1 Aineisto ja menetelmät

1.1 Vertailtavat kasvualusta- ja lannoitusratkaisut

Kenttäkokeessa tutkittiin luonnonmukaiseen viljelyyn suunniteltua kasvualusta- ja lannoitusratkaisua, jossa kasvualustassa käytettävä kananlanta oli käsitelty eri tavoin. Kananlanta oli käsitelty joko kompostoinnalla se turpeen kanssa suljetussa kompostireaktorissa tai kompostoinnalla lyhytaikaisesti aumassa ilman seosaineen lisäystä ja sen jälkeen kuivaamalla ja rakeistamalla. Rakeistamisen yhteydessä jälkimmäisellä tavalla käsiteltyyn kananlantaan on lisätty 2 % merileväjauhetta.

Näiden kahden ratkaisun vertailua varten perustettiin 148 m² suuruinen kenttäkoe. Kenttäkoe oli lohkoittain satunnaistettu ja lohkojen (= kerranteiden) määrä oli kolme. Kenttäkoe sijaitsi MTT Martensin vihannestutkimusaseman lasikatteisessa kasvihuoneessa Närpiössä. Kasvihuoneosasto oli pinta-alaltaan 470 m² ja koko alalla viljeltiin tomaattia.

Toukokuun viimeisellä viikolla päätettiin kuitenkin lisälannoittaa puolet kasvustosta, johtuen kasvualustan puristenesteen johtokyvyn mittaustuloksista. Kukin koe ruutu jaettiin arpomalla kahdeksi osaruuduksi, joista toinen lisälannoitettiin ja toinen jätettiin ilman lisälannoitusta.

Koejäsenet olivat lisälannoituksen jälkeen seuraavat:

- 1.1. Kasvualusta, jossa reaktorikompostoitua kananlantaa. Ei lisälannoitusta.
- 1.2. Kasvualusta, jossa reaktorikompostoitua kananlantaa. Lisälannoitus toukokuun lopulla.
- 2.1. Kasvualusta, jossa kananlantarakeita. Ei lisälannoitusta.
- 2.2. Kasvualusta, jossa kananlantarakeita. Lisälannoitus toukokuun lopulla.

Kasvihuonetomaatin luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu oli samanlainen kuin tässä raportissa aiemmin kuvatussa kenttäkokeessa "Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla", lukuunottamatta käytettävien aineiden määrää. Kananlanta määrä mitoitettiin tässä kenttäkokeessa kasvihuonetomaatin tarvetta vastaavaksi ja ravinnepitoisuudeltaan laimean kasvualustan määrä oli 2/3 kasvihuonekurkulla käytetystä määrästä, koska kasvihuonetomaatin juuristo ei ole niin herkkä suolapitoisuuden suhteen. Kasvihuonetomaatin luomuviljelyyn sovellettua kasvualusta- ja lannoitusratkaisua on tarkemmin kuvattu seuraavassa luvussa 1.1.1.

Toukokuun lopulla toteutettu lisälannoitus päätettiin toteuttaa, koska kasvualustan kohdassa, jossa pääosa kananlannasta sijaitsee, puristenesteen johtokyky oli

16. toukokuuta tehdyissä mittauksissa keskimäärin 0,5 (kuusi mittausta, lukuarvot välillä 0,4–0,7) reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 1,6 (kuusi mittausta, lukuarvot välillä 0,6–4) kananlantarakkeita käytettäessä. Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä määritetyissä, 21. toukokuuta otetuissa näytteissä johtoluvun lukuarvot olivat alaosassa 5,1 reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 5,0 rakeilla lannoitettaessa. Ennen viljelyn aloitusta lukuarvot olivat 32 reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 31 kananlantarakkeita käytettäessä. Viljelykaudesta (26.2.–14.10.) oli toukokuun viimeisellä viikolla kulunut kolmannes.

1.1.1 Luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltu kasvualusta- ja lannoitusratkaisu

Vertailtavat ratkaisut olivat lähes samanlaisia (eroavuus on selitetty seuraavassa luvussa 1.1.1).

Kasvuston tarvitsemat ravinteet sijoitettiin kasvualustaan ennen taimien istutusta ja tavoitteena oli, ettei kasvustoa lisälannoiteta istutuksen jälkeen. Kasteluvee-teen ei lisätty ravinteita koko viljelykauden aikana.

Kasvualusta rajoitettiin eristämällä se pohjamaasta muovin avulla. Se rakennettiin koostumaan ravinnepitoisuudeltaan toisistaan poikkeavista kohdista. Yläosa, johon taimet istutettiin, oli ravinnepitoisuudeltaan laimeampaa kuin kasvualustan alaosa.

Kasvualustan yläosa oli turpeen ja kivennäismaan seosta, joka oli peruslannoitettu kompostoidulla kananlannalla ja kalkittu dolomittikalkilla. Seos (Biolan turvehiekkaseos - erikoiskarkea) oli samaa kuin edellä raportoidussa kenttäkokeessa ”Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla” ja lisätietoja seoksesta on esitetty edellisen kenttäkokeen luvussa 1.1.1, sekä taulukossa 1 ja liitteessä 1. Sen määrä oli kasvualustassa 20 litraa/ kasvi kasvualustan rakennusvaiheessa.

Kasvualustan alaosa, joka sisälsi pääosan kasvuston tarvitsemista ravinteista, koostui turpeen ja kananlannan seoksesta, jossa kananlanta oli joko reaktorikompostoitua tai kananlantarakkeita. Sen määrä oli 30 litraa/ kasvi kasvualustan rakennusvaiheessa.

Lisälannoitus, joka annettiin osalle kasvustoa toukokuun lopulla, toteutettiin sijoittamalla kasvualustan reunaan samaa kananlannan ja turpeen seosta, josta kasvualustan alaosa koostui. Määrä oli 12 litraa reaktorikompostoitua kananlantaa / kasvi tai 12 litraa kananlantarakkeen ja turpeen seosta/ kasvi (kaksi litraa rakeita ja 10 litraa turvetta).

Kasvualustan tilavuus oli siis kaikkiaan 50 litraa/ kasvi viljelyn käynnistyessä. Koe-teknisistä syistä kullekin kasvustoriville tehtiin oma kasvualusta, vaikka viljely toteutettiin paririveissä. Kasvualustan ainekset/ kasvi sijoitettiin 40 cm pituiselle (= taimien istutusväli) ja 55 cm leveälle (= kasvualustan leveys) alalle. Kasvualustan ympäröitiin kasvihuoneviljelyssä käytettävällä mustavalkomuovilla, jotta saatiin tasattua kasvualustan kosteutta, estettyä rikkakasvien kasvua ja hallittua maalevintäisiä tauteja.

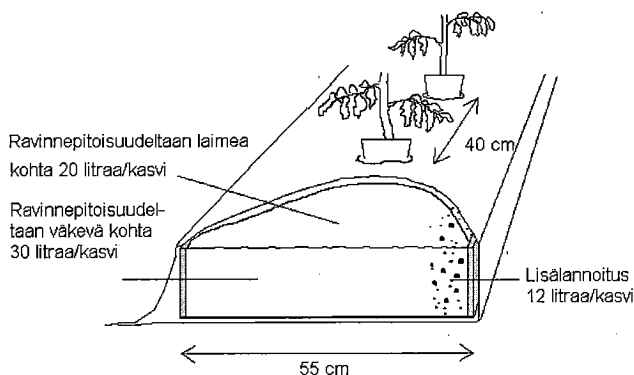
Kasvualustan rakenne on esitetty kuvassa 3.

1.1.1.1 Ravinnepitoisuudeltaan väkevä kasvualustan kohta

Kasvualustan ravinnepitoisuudeltaan väkevässä osassa käytettiin joko reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakkeita. Lanta sijoitettiin kasvualustan alaosaan ja mikäli kasvusto lisälannoitettiin, lisälannoitus toteutettiin kasvualustan reunaan (kuva 3).

Reaktorikompostoidun kananlannan määrä kasvualustan alaosassa oli 30 litraa/ kasvi. Mikäli kasvusto lisälannoitettiin, käytettiin samaa ainesta kasvualustan reunaan 12 litraa/ kasvi. Reaktorikompostoitua kananlantaa oli samaa, jota käytettiin edellä raportoidussa kenttäkokeessa ”Kasvihuo-

Kuva 3. Kasvihuonetomaatin luonnonmukaiseen viljelyyn suunniteltu kasvualue- ja lannoitusratkaisu. Ravinnepitoisuudeltaan laimea kohta oli kalkittua ja kananlannalla peruslannoitettua turve-hiekkaseosta. Ravinnepitoisuudeltaan väkevä kohta oli joko reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarae-turveseosta. Lisälannoituksessa käytettiin samaa ainesta kuin kasvualueen pohjalla.



nekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla". Lisätietoja valmistuksesta ja koostumuksesta on luvussa 1.1.1.1, sekä taulukossa 1 ja liitteessä 1.

Kananlantarakeita käytettiin viisi litraa/kasvi kasvualueen alaosassa. Mikäli kasvusto lisälannoitettiin, käytettiin rakeita kaksi litraa/kasvi. Jotta kasvualueen rakenne olisi sama kuin reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, sekoitettiin rakeet tilavuussuhteessa yksi osa rakeita ja viisi osaa turvetta. Käytettävä seos on täsmälleen sama kuin edellä raportoidussa kenttäkokeessa "Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla". Lisätietoja valmistuksesta ja koostumuksesta löytyy luvusta 1.1.1.1, sekä taulukosta 1 ja liitteestä 1.

1.1.1.2 Kasvualueen käytettävän lannan määrän suunnittelu

Kasvualueen sijoitettavan lannan määrän mitoitus perustui aiemmin tehtyyn tutkimukseen tomaattikasvuston sisältämästä ravinnemäärästä. Puustjärven (1991) tutkimuksessa maanpäällinen kasvusto sisälsi typpeä kaikkiaan $85,5 \text{ g/m}^2$ ja kaliumia $141,9 \text{ g/m}^2$, kun satotaso oli 28 kg/m^2 .

Mitoitus tehtiin kaliumin määrän avulla, jolloin muita ravinteita on kasvualueella riittävästi. Tuolloin kananlantarakeita laskettiin tarvittavan viisi litraa kasvia kohden, jolloin kasvualueen tuli rakeiden mukana kaliumia laskennallisesti 138 g/m^2 . Laskennassa käytettiin hyväksi seuraavia tietoja: rakeiden sisältämä kuiva-ainemäärä

tilavuusyksikössä, kuiva-aineen kokonaiskaliumpitoisuus, taimien istutustiheys.

Viittä raelittraa vastaava määrä kananlantaa oli 30 litrassa reaktorikompostoitua kananlantaa.

Sille osalle kasvustoa, joka lisälannoitettiin, lisälannoituksen suuruus oli kaksi litraa rakeita/kasvi.

Lisälannoitettu kasvusto sai siis rakeita yhteensä seitsemän litraa/kasvi, jolloin kaliumia tuli rakeiden mukana laskennallisesti 193 g/m^2 .

1.1.1.3 Kasvualueen typpi- ja kaliumpitoisuus kasvualue-analyysien perusteella

Taulukossa 12 on esitetty kasvualueen kaliumin ja typen pitoisuus, joka on laskettu kasvualueesta tehtyjen määritysten perusteella. Laskennassa on käytetty hyväksi edellä raportoidussa kenttäkokeessa "Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla" tehtyjä määrityksiä, sillä kasvualueen ainekset olivat samoja molemmissa kenttäkokeissa. Lisätietoja näytteenotosta on edellä raportoidun kenttäkokeen luvussa 1.1.1.4. Taulukossa esitetyt lukuarvot on laskettu seuravien tietojen perusteella: kasvuston istutustiheys, kasvualueen kuiva-aineen määrä/kasvi valmistajan ilmoituksen mukaan, Viljavuuspalvelu Oy Mikkelin toimipisteessä määritetty kokonaistypen, liukaisen typen ja liukaisen kaliumin pitoisuus kuiva-ainessa.

Taulukko 12. Kasvihuonetomaatin luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitellun kasvualusta- ja lannoitusratkaisun sisältämä typen ja kaliumin määrä, laskettuna kasvualustasta otettujen näytteen avulla. Viljelykauden pituus oli 26.2.–14.10. Istutustiheys oli 2,3 kpl/m².

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Kokonais- typpi g/ kasvi | Liukoinen*) typpi g/kasvi | Liukoinen*) kalium g/kasvi |
|---|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Reaktorikompostoitu kananlanta: | | | |
| Ei lisälannoitusta: | | | |
| - kompostoitu kananlanta 30 l/kasvi | 87 | 17 | 43 |
| - turve-hiekkaseos 20 l/kasvi | 31 | 2,3 | 5,9 |
| Yhteensä | 118 (= 271 g/m²) | 19 (= 44 g/m²) | 49 (= 113 g/m²) |
| Lisälannoitus toukokuun lopulla: | | | |
| - kompostoitu kananlanta (30 + 12) l/kasvi | 123 | 25 | 59 |
| - turve-hiekkaseos 20 l/kasvi | 31 | 2,3 | 5,9 |
| Yhteensä | 154 (= 354 g/m²) | 27 (= 62 g/m²) | 65 (= 149 g/m²) |
| Kananlantarakeet: | | | |
| Ei lisälannoitusta: | | | |
| - kananlantarae-turveseos 30 l/kasvi | 114 | 24 | 43 |
| - turve-hiekkaseos 20 l/kasvi | 31 | 2,3 | 5,9 |
| Yhteensä | 145 (= 333 g/m²) | 26 (= 60 g/m²) | 49 (= 113 g/m²) |
| Lisälannoitus toukokuun lopulla: | | | |
| - kananlantarae-turveseos (30 + 12) l/kasvi | 159 | 33 | 59 |
| - turve-hiekkaseos 20 l/kasvi | 31 | 2,3 | 5,9 |
| Yhteensä | 190 (= 437 g/m²) | 35 (= 81 g/m²) | 65 (= 149 g/m²) |

*) Liukoinen typpi uutettu kaliumsulfaattilla ja liukoinen kalium happamalla ammoniumasetaatilla.

1.2 Tomaattikasvusto ja sen hoito

Kasvihuonetomaatin viljely toteutettiin kenttäkokeessa siten, että luonnonmukaisesta viljelytapaa noudatettiin kasvualusta- ja lannoitusratkaisun osalta. Muutoin viljely noudatti tavanomaisista käytäntöä, myös taimituotanto.

Taimet istutettiin 26.2. (= viikolla 9). Lajike oli Astrid RZ. Istutustiheys oli 2,3 kasvi/m², jolloin taimet oli istutettu 40 cm välein. Tomaatit kasvatettiin paririvissä ja etäisyys paririvin keskikohdasta seuraavan paririvin keskikohtaan oli 1,90 metriä. Taimiruukku poistettiin istutusvaiheessa ja reilut puolet juuripaakusta asetettiin kasvualustan yläosaan, joka koostui ravinnepitoisuudeltaan laimeasta turpeen ja kivennäis- maan seoksesta.

Kastelu toteutettiin tippukasteluna ajastinta käyttäen. Tippuja oli kaksi kura- kin kasvia kohden. Kasvualustan kosteutta optimoitiin tarkkailemalla puristenesteen

määrää, kun kasvualustanäytettä puristet- tiin nyrkissä. Ennen kasvien istutusta kas- vualustaa kasteltiin ja keskimäärin vettä kului tuolloin seitsemän litraa/kasvi, toisin sanoen 40 cm x 55 cm alalle ja 50 kasvu- alustalitraa kohti. Tippukasteluna annetun veden määrä merkittiin muistiin joka viiko- ko. Tippukastelun avulla annettua kastelu- vettä käytettiin yhteensä keskimäärin 347 litraa/ kasvi. Mikäli ylikastelua pääsi tapah- tumaan, liiallinen kasteluvesi valui kasvu- alustasta pohjamuovin reunan kautta poh- jamaahan. Pohjamuovi ei ollut riittävän le- veä ja tästä syystä mahdollisen valumave- den näkeminen oli mahdotonta, mitä on selvänä kenttäkokeen toteutuksessa tapah- tuneena virheenä.

Tekovaloa ei käytetty. Luonnonvaloa oli normaalia huomattavasti enemmän maa- lis-, huhti- ja toukokuussa, kesäkuu oli va- loisuudeltaan hivenen normaalin yläpuolel- la, heinäkuun tiedot puuttuvat, elo- ja syys- kuu olivat normaalia valoisampia ja loka-

kuu hieman normaalia vähemmän valoisa. Viljelykauden valoisuutta on tässä arvioitu auringonpaistetuntien avulla, mitattuna lähimmällä Ilmatieteen laitoksen mittausasemalla (Vaasa Palosaari) (Ilmatieteen laitos 1993, Ilmatieteen laitos 1996a, Ilmatieteen laitos 1996b, Ilmatieteen laitos 1996c).

Kasvitautilien ja tuholaisten esiintymisen pysyi hallinnassa. Kasvinsuojelu tapahtui pääosin biologisen torjunnan avulla. Vihannespunkkia torjuttiin petopunkin avulla sekä myöhemmin satokauden lopulla lisäksi Havin mäntysuopaliuksella.

Kasvuston ulkonäköä seurattiin koko viljelykauden ajan. Kasvustossa oli kasvukauden alussa havaittavissa jonkin verran täysikasvuisten lehtien reunojen kellastumista, mikä muistutti kalsiumin puutosoireita. Reunojen kellastumista esiintyi, käytettiinpä kasvualustassa reaktorikompositiota kananlantaa tai kananlantarakkeita. Se osa kasvustoa, jota ei lisälannoitettu, oli viljelykauden loppukaudella silmin havaittavasti huonokuntoisempaa kuin lisälannoituksen saanut kasvusto. Lisälannoittamaton kasvusto oli pienikokoista ja tuleentuneen näköistä. Satoa kerättiin 19.4.–14.10. (= 25 viikkoa).

1.2.1 Ravinnetilan seuranta viljelykauden kuluessa

Kasvualustan ravinnetilaa viljelykauden kuluessa seurattiin tekemällä määrityksiä sekä kasvustosta että kasvualustasta.

1.2.1.1 Seuranta kasvualustanäytteiden avulla

Kasvualustamääritykset tehtiin pääosin Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä. Muutamia mittauksia tehtiin MTT Martensin vihannestutkimusasemalla (puristenesteen johtokyky ja pH).

Viljavuuspalvelu Oy:ssä analysoitiin näytteitä, jotka otettiin viljelykauden päättyä seuraavista kasvualustan kohdista:

- ravinnepitoisuudeltaan laimeasta kasvualustan yläosasta, johon taimet istutettiin
- ravinnepitoisuudeltaan väkevästä kasvualustan alaosasta, jossa pääosa kananlantasta sijaitsi
- lisälannoituskohdasta, mikäli lisälannoitus oli toteutettu toukokuun lopulla

Näytteitä otettiin yksi näyte/kasvualustan kohta/ kasvualusta- ja lannoitusratkaisu, yhteensä kymmenen näytettä. Kukin näyte koostui 15 osanäytteestä.

Näytteitä ei otettu kasvualustan rakennusvaiheesta, koska oli mahdollista hyödyntää tuloksia aiemmin raportoidusta kenttäkokeesta ”Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla”: Molemmissa kenttäkokeissa kasvualusta rakennettiin samoista aineksista.

Näytteestä määritettiin johtoluku, happamuus, kosteus ja tilavuuspaino. Lisäksi määritettiin kasvinravinteista kokonaistyyppi ja uuttuva (= liukoinen) pitoisuus seuraavista: typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium, rikki, kupari, sinkki, mangaani, boori. Näytteestä määritettiin myös liukoinen pii ja natrium sekä kloridi. Määrittymenetelmiä on lyhyesti kuvattu edellisen kenttäkokeen ”Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla” luvussa 1.1.2.1.

MTT Martensin vihannestutkimusasemalla mitattiin joka viljelykauden viikko kasvualustan puristenesteen johtokyky ja pH. Näyte otettiin ravinnepitoisuudeltaan laimeasta kasvualustan yläosasta, taimen ja tippukastelun välistä. Mittaus suoritettiin jokaisesta koeruudusta. Koeruudun näyte koostui viidestä kohtaa otetusta osanäytteestä. Mittaus suoritettiin puristamalla kasvualustanäytteestä mekaanisesti nestettä ja mittaamalla näytteen johtoluku ja pH Volmaticin mittalaitteistolla.

1.2.1.2 Seuranta kasvustosta otettujen näytteiden avulla

Lehtinäytteitä otettiin kolmena ajankohtana (25.4., 24.6. ja 22.8.). Jokaisesta koeruudusta otettiin yksi näyte/ajankohta. Yh-

teensä viljelykauden kuluessa analysoitiin 30 näytettä. Näytteenotossa noudatettiin Viljavuuspalvelu Oy:n ohjeita (Viljavuuspalvelu Oy 1994). Määrittelyt suoritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n Mikkelin toimipisteessä. Kustakin näytteestä määritettiin kokonaispitoisuudet seuraavista kasvinravinteista: typpi, fosfori, kalium, kalsium, magnesium, rikki, rauta, boori, kupari, mangaani ja sinkki.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutusta maanpäällisen kasvuston määrään seurattiin punnitsemalla hoitotöiden yhteydessä poistetun kasvuston (sivuvorsot ja alalehdet) tuoremassa. Se tehtiin kaikilla hoitokerroilla ja kaikista koeruuduista. Kasvuston raivausvaiheessa punnittiin lisäksi viiden, satunnaisesti valitun kasvin maanpäällinen tuoremassa kustakin koeruudusta. Tuolloin vihreät, kypsytystä varten poimitut tomaatit oli poistettu kasvustosta.

1.3 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus

Sadon poimintatiheys vastasi tavanomaista ammattiviljelmän käytäntöä: pääosin satoa kerättiin kolme kertaa viikossa.

Sato lajiteltiin neljään luokkaan: I, II, latvamätäiset, muut. Jaottelu perustui viralliseen kauppakelpoisuusluokitteluun I- ja II-luokan osalta, kuitenkin niin, että I-luokka sisälsi sekä Extra luokan että I-luokan (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1995).

Kuhunkin luokkaan lajitellun sadon massa sekä tomaattien lukumäärä kirjattiin muistiin. Tämä tehtiin kaikista koeruuduista kaikilla poimintakerroilla.

1.4 I-luokan tomaatin kiinteyden säilytyksen jälkeen

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutusta I-luokan tomaatin kiinteyden säilymiseen tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla. Koe tehtiin 6. syyskuuta poimitusta sadosta.

Sato poimittiin tavallista kypsempinä, tomaatit olivat täysin punaisiksi värittyneitä. Tätä varten poimintaväliä oli pidennetty siten, että edellisestä poiminnasta oli kulu- nut neljä päivää. Kypsyysaste oli eri kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa viljellyissä tomaateissa sama. Kukin näyte koostui kahdeksasta, satunnaisesti valitusta I-luokan tomaatista. Näyte otettiin kaikista koeruuduista.

Tomaatteja säilytettiin pahvikannella varustetussa pahvilaatikossa, 14–15 °C kylmävarastossa, neljä vuorokautta. Tämän jälkeen tomaatin kiinteyden arvioitiin käsin koskettelemalla. Arvio annettiin pisteyttämällä kukin tomaatti Kesko Tuotetutkimuksen käyttämää asteikkoa noudattaen (taulukko 13). Näytteet oli merkitty satunnaisesti valitulla kolminumeroisella koodilla, jotteivät

Taulukko 13. Tomaatin kiinteyden arviointi käsin kosketeltaessa.

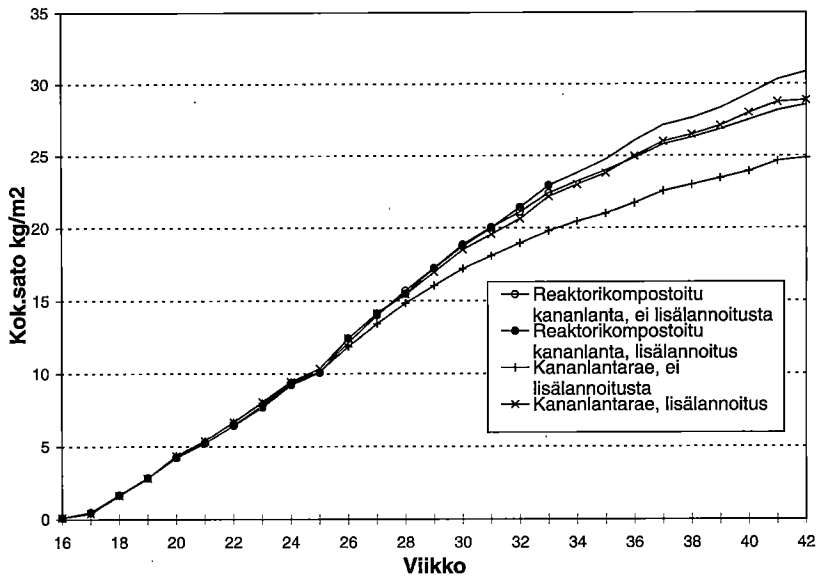
| |
|-------------------------|
| 5 = liian kova |
| 4 = hieman liian kova |
| 3 = sopiva kiinteyden |
| 2 = hieman liian pehmeä |
| 1 = liian pehmeä |

arvioijat tienneet lannoitustapaa.

Tilastollisten testien hyödyntämiseksi arviointi toteutettiin seuraavasti: yksi arvioija pisteytti yhden kerranteen hedelmät. Arvioijat olivat lajittelusta vastaava henkilö kasvihuonetomaattia tuottavalla Härkälän puutarhalla Köyliössä, kenttämestari MTT Martensin vihannestutkimusasemalta sekä ryhmä MTT Elintarviketeknologian laitoksen henkilökuntaa.

Härkälän puutarhalla arvioitiin lisäksi verranteena samasta kasvihuoneosastosta poimitua, samaa lajiketta ja kypsyysastetta olevaa tavanomaisessa turveviljelyssä kasvatettua tomaattia. Tämä ei ollut mukana tilastollisessa testauksessa.

Tomaatin kiinteydestä tehtiin näin 24 arviota/kasvualusta- ja lannoitusratkaisu, yhteensä 96 arviota.



Kuva 4. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonetomaatin kokonaissadon kertymiseen. Viljelykauden pituus oli 26.2.–14.10. Tekovaa ei käytetty.

1.5 Havaintoaineiston tilastollinen testaus

Havaintoaineistot, joille tilastollinen testaus tehtiin olivat kokonaissato ja sato eri luokissa (I, II, latvamätäiset, muut), maanpäällisen kasvuston määrä ja tomaatin kiinteys.

Testaustapa ja tulosten tulkinta ovat samat kuin aiemmin tekstissä esitettyssä kentäkokeessa "Kasvihuonekurkun viljely luonnonlannoitteiden avulla".

2 Tulokset

2.1 Sadon määrä ja kauppakelpoisuus

Tomaatin keskimääräinen kokonaissato oli ilman lisälannoitettua viljelyssä kasvustossa $28,5 \text{ kg/m}^2$, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa ja $24,8 \text{ kg/m}^2$, kun käytettiin kananlantaraeita. Kasvustossa, joka lisälannoitettiin

toukokuun lopulla, keskimääräinen kokonaissato oli $30,8 \text{ kg/m}^2$ reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja $29,1 \text{ kg/m}^2$ kananlantaraeita käytettäessä.

Kasvustossa, jota ei lisälannoitettu, I-luokan sadon osuus kokonaissadosta oli keskimäärin 97,0 % reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 95,7 % kananlantaraeita käytettäessä. Kasvustossa, joka lisälannoitettiin toukokuun lopulla, I-luokan sadon osuus oli keskimäärin 96,9 % reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 97,3 % kananlantaraeita käytettäessä.

Kuvassa 4 on esitetty keskimääräisen kokonaissadon kertyminen viljelykauden kuluessa.

2.1.1 Ennen lisälannoitusta 19.4.–31.5.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu (kananlantarae/reaktorikompostoitu kananlanta) ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi kokonaissadon määrään, eikä eri luokkien sadon määrään ennen lisälannoitusta poimitussa sadossa. Taulukossa 14 on esitetty

Taulukko 14. Lannoitus- ja kasvualustaratkaisun vaikutus kasvihuonetomaatin kokonaissadon määrään, sekä määrään kussakin luokassa (I, II, latvamätäiset, muut) ennen lisälannoitusta. Satoa korjattu 19.4.–31.5.. Kunkin luokan osuus kokonaissadosta on merkitty sulkeisiin.

| | Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | |
|--|-----------------------------------|---------------|
| | Reaktorikompostoitu kananlanta | Kananlantarae |
| Kokonaissato 19.4. - 31.5. kg/m ² | 6,35 | 6,59 |
| I-luokan sato kg/m ² | 6,12 (96,4 %) | 6,33 (96,1 %) |
| II-luokan sato kg/m ² | 0,10 (1,6 %) | 0,10 (1,5 %) |
| Latvamätäiset kg/m ² | 0,05 (0,8 %) | 0,09 (1,4 %) |
| Muut kg/m ² | 0,08 (1,3 %) | 0,07 (1,1 %) |

Taulukko 15. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kokonaissadon määrään ja sadon suuruuteen kussakin luokassa (I, II, latvamätäiset, muut) lisälannoituksen jälkeen 1.6.–14.10.. Kunkin luokan osuus kokonaissadosta on merkitty sulkuihin.

| | Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu Ei lisälannoitusta | | Lisälannoitus 31. toukokuuta | |
|--|---|----------------|--|----------------|
| | Reaktori- kompostoitu kananlanta | Kananlantarae | Reaktori- kompostoitu kananlanta | Kananlantarae |
| Kokonaissato 1.6 - 14.10. kg/m ² | 22,11 | 18,17 | 24,41 | 22,48 |
| I-luokka kg/m ² | 21,53 (97,4 %) | 17,40 (95,8 %) | 23,70 (97,1 %) | 21,96 (97,7 %) |
| II-luokka kg/m ² | 0,37 (1,7 %) | 0,49 (2,7 %) | 0,46 (1,9 %) | 0,29 (1,3 %) |
| Latvamätäiset kg/m ² | 0,01 (0,04 %) | 0,01 (0,06 %) | 0,01 (0,02 %) | 0,01 (0,05 %) |
| Muut kg/m ² | 0,20 (0,9 %) | 0,27 (1,5 %) | 0,24 (1,0 %) | 0,22 (1,0 %) |

keskiarvot kokonaissadosta sekä sadon suuruudesta eri luokissa.

2.1.2 Lisälannoituksen jälkeen 1.6. –14.10.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu (kananlantarae/reaktorikompostoitu kananlanta) ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi kokonaissadon määrään, ei myöskään sadon määrään kussakin luokassa.

Sen sijaan lisälannoitus vaikutti tilastollisesti merkittävästi kokonaissadon määrään ja I-luokan sadon määrään. Vaikutus sadon määrään muissa luokissa ei ollut tilastollisesti merkittävä. Lisälannoituksen vaikutus ei riippunut tilastollisesti merkittävästi käytetystä kasvualusta- ja lannoitusratkaisusta. Lisälannoitus kohotti kokonaissadon määrää keskimäärin 3,3 kg/m² ja I-luokan sadon määrää keskimäärin 3,4 kg/m².

Taulukossa 15 on esitetty keskiarvot kokonaissadosta sekä sadosta kussakin luokassa.

Taulukko 16. Kasvualusta- ja lannoitusratkaisun vaikutus kasvihuonetomaatin I-luokan sadon kiinteyteen 6.9. poimitussa sadossa. Tomaatit säilytettiin neljä vuorokautta 14–15 °C kylmävarastossa ennen kiinteyden aistinvaraista arviointia. Mitä korkeampi pistemäärä, sitä kiinteämpi hedelmä (3 = sopiva kiinteytys).

| Lannoitus | Pistemäärä Keskiarvo (n = 24) | Vaihteluväli |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Reaktorikompostoitu kananlanta | | |
| - ei lisälannoitusta | 2,77 | 2 - 3 |
| - lisälannoitus | 2,75 | 2 - 4 |
| Kananlantarae | | |
| - ei lisälannoitusta | 2,73 | 1 - 3,5 |
| - lisälannoitus | 2,63 | 2 - 3,5 |

2.2 I-luokan tomaatin kiinteytys

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisulla (kananlantarae/reaktorikompostoitu kananlanta) ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta neljä vuorokautta 14–15 °C säilytetyn I-luokan tomaatin kiinteyteen, kun sitä tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla 6. syyskuuta poimitusta sadosta. Lisälannoitus ei myöskään vaikuttanut kiinteyteen tilastollisesti merkitsevästi.

Tomaatin kiinteydestä annettujen pistemäärien keskiarvot ja vaihteluvälit on esitetty taulukossa 16.

Kenttäkokeen viereisessä rivissä, samassa kasvihuoneosastossa, turvekasvualustassa tavanomaisesti viljellyn, samaa lajiketta olevan tomaatin kiinteydeksi arvioitiin Härkälän puutarhalla kaikkien hedelmien osalta sopiva (= 3). Sama arvioija pisteytti osan arvosteltavista tomaateista hieman liian pehmeiksi (= 2) kaikissa luonnonmukaiseen viljelyyn suunnitelluissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantaraeita ja olipa lisälannoitus tehty tai jätetty tekemättä.

2.3 Ravinnetilan seuranta

2.3.1 Kasvualustasta tehdyt määritykset

2.3.1.1 Liukoisten ravinteiden pitoisuus

Kasvualustan liukoisen typen ja liukoisen kaliumin pitoisuus alitti satokauden päättyessä Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvon, mikäli lisälannoitusta ei oltu suoritettu, käytettiinpä kasvualustassa reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantaraeita. Mikäli lisälannoitus oli suoritettu toukokuun lopulla, typen ja kaliumin pitoisuudet eivät olleet pudonneet alle Viljavuuspalvelun ohjearvon satokauden päättyessä.

Muiden liukoisten ravinteiden, joista on Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvot, tosin sannoen fosforin, kalsiumin, magnesiumin, mangaaniin, kuparin ja boorin pitoisuus ei alittanut Viljavuuspalvelu Oy:n ohjearvoa missään kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa (reaktorikompostoitu kananlanta/kananlantarae), olipa kasvusto lisälannoitettu tai ei.

Yksityiskohtaisemmin määritystuloksia on esitetty liitteessä 3.

2.3.1.2 Suolapitoisuus

Viljelykauden lopulla johtoluvun arvot eivät ylittäneet Viljavuuspalvelun ohjearvoa (5–10), lukuunottamatta lisälannoituskoh-
tia. Tarkemmin tietoja on esitetty liitteessä 3.

MTT Martensin vihannestutkimusase-
malla tehdyissä mittauksissa kasvualustan
yläosan puristenesteen johtokyky ei kohon-
nut viljelykauden kuluessa yli Viljavuuspal-
velun ohjearvon (2,0–5,0 mS/cm). Touko-
kuun lopulla suoritettuun lisälannoitukseen
mennessä lukuarvot eivät ylittäneen Vilja-
vuuspalvelun ohjearvoa kummassakaan
ratkaisussa (reaktorikompostoitua kanan-
lanta/kananlantarae). Ilman lisälannoitusta
olevissa ratkaisussa johtokyky oli kesäkuun
alusta lähtien välillä 0,3–1,7 reaktorikom-
postoitua kananlantaa käytettäessä ja välillä
0,4–1,4 kananlantarakeita käytettäessä. Li-
sälannoitetuissa ratkaisussa kasvualustan
reunaa siirrettiin kasvualustan yläosaan li-
sälannoitusta toteutettaessa, myös kanan-
lantaa sisältävää alaosaa, joka kyseisessä
kohtaa osoittautua ennakoitua väkeväm-
mäksi. Tästä syystä mittaustulokset olivat
korkeita heti lisälannoituksen jälkeen: reak-
torikompostoitua kananlantaa käytettäessä
kesäkuun alussa puristenesteen johtokyky
oli korkeimmillaan 11,6 ja kananlantara-
keita käytettäessä 5,5. Lukuarvot alenivat
nopeasti ja olivat alimmillaan 0,8 reaktori-
kompostoitua kananlantaa käytettäessä ja
0,9 kananlantarakeita käytettäessä.

2.3.1.3 Happamuus

Viljavuuspalvelu Oy:n määrityksissä kasvu-
alustan pH oli kaikissa vaihtoehdoissa
(reaktorikompostoitua kananlanta/kanan-
lantarae, ei lisälannoitusta/lisälannoitus)
kasvualustassa ohjearvon (5,5–6,5) ylärajal-
la tai sen yli (korkeimmillaan 7,2), paitsi li-
sälannoituskohdassa. Lisälannoituskohdat
olivat ohjearvon puitteissa sekä reaktori-
kompostoitua kananlantaa että kananlan-
tarakeita käytettäessä. Tarkempia tietoja
on esitetty liitteessä 3.

Kasvualustan yläosan puristenesteen
pH oli ohjearvojen puitteissa kesäkuun lop-
puun saakka kaikissa ratkaisussa. Tämän
jälkeen ilman lisälannoitusta olevissa rat-
kaisussa esiintyi ohjearvon (5,0–6,5) yli-
tyksiä: korkeimmillaan 6,9 niin reaktori-
kompostoitua kananlantaa kuin kananlan-
tarakeita käytettäessä. Lisälannoitetuissa
ratkaisussa pH ylitti ohjearvon elokuun jäl-
keen olleen korkeimmillaan 6,8 reaktori-
kompostoitua kananlantaa tai kananlanta-
rakeita käytettäessä.

2.3.2 Kasvustomääritykset

2.3.2.1 Lehtinäytteet

Typen pitoisuus ei alittanut Viljavuuspalve-
lun ohjearvon alarajaa huhti-, kesä-, ja
elokuussa otetuissa näytteissä.

Kaliumpitoisuus oli kesäkuun lopulla
otetussa näytteessä Viljavuuspalvelun oh-
jearvon alarajalla tai sen alle käytettiinpä re-
aktorikompostoitua kananlantaa tai kanan-
lantarakeita, myös lisälannoituksen saa-
neissa kasvustossa. Muulloin ei esiintynyt
alituksia.

Kalsiumpitoisuus alitti Viljavuuspalve-
lun ohjearvon huhtikuussa otetussa näyt-
teessä kananlantarakeita käytettäessä (1,3–
1,5 %). Reaktorikompostia käytettäessä ei
alitusta esiintynyt, mutta pitoisuus oli tuol-
loin ohjearvon alarajalla (1,5–1,6 %). Edel-
leen havaittiin ohjearvon alitus kesäkuussa
yhdessä näytteessä, kun kasvualustassa
käytettiin reaktorikompostoitua kananlan-
taa ja lisälannoitus oli suoritettu. Muutoin
alituksia ei esiintynyt.

Muiden määritettyjen ravinteiden, jois-
ta on olemassa Viljavuuspalvelu Oy:n oh-
jearvo, toisin sanoen fosforin, magnesiumin,
rikin, raudan, boorin, kuparin, mangaanin
ja sinkin kohdalla pitoisuudet eivät alitta-
neet ohjearvoa, lukuunottamatta mangaa-
nipitoisuutta elokuussa, kun kasvualustaa
ei oltu lisälannoitettu ja se sisälsi kananlan-
tarakeita.

Keskiarvot lehtinäytteiden ravinnepi-
toisuuksista on esitetty taulukoissa 17 ja 18.

Taulukko 17. Kasvihuonetomaatin lehtinäytteiden keskimääräiset ravinnepitoisuudet 25.4. ja 24.6. otetuissa näytteissä. Ohjearvo on Viljavuuspalvelu Oy:n esittämä (Viljavuuspalvelu Oy 1994).

| Ravinne | Ohjearvo | 25.4. | | 24.6. | | Lisälannoitus | |
|----------------|----------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|------|---------------|------|
| | | Reaktorik. ¹⁾ | Rae ²⁾ | Ei lisälannoitusta Reaktorik. | Rae | Reaktorik. | Rae |
| Typpi g/kg | 25 - 50 | 39,9 | 38,3 | 33,3 | 30,5 | 35,2 | 36,3 |
| Fosfori g/kg | 3 - 10 | 7,2 | 7,3 | 5,1 | 4,2 | 5,4 | 5,3 |
| Kalium g/kg | 30 - 60 | 38 | 37 | 26 | 28 | 30 | 29 |
| Kalsium g/kg | 15 - 30 | 16 | 14 | 18 | 22 | 16 | 18 |
| Magnesium g/kg | 3 - 6 | 4,0 | 3,7 | 5,3 | 4,4 | 5 | 4,8 |
| Rikki g/kg | 3 - 10 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Rauta mg/kg | 7 - 200 | 63 | 60 | 61 | 67 | 58 | 63 |
| Boori mg/kg | 25 - 100 | 37 | 38 | 32 | 40 | 27 | 35 |
| Kupari mg/kg | 5 - 15 | 13 | 12 | 9,1 | 9,8 | 8,5 | 9,5 |
| Mangaani mg/kg | 75 - 200 | 240 | 210 | 100 | 128 | 92 | 113 |
| Sinkki mg/kg | 20 - 100 | 35 | 31 | 28 | 28 | 30 | 34 |

1) Reaktorik. = Kasvualusta sisältää reaktorikompostoitua kananlantaa.

2) Rae = Kasvualusta sisältää kananlantarakeita.

2.3.2.2 Hoitotöissä ja raivausvaiheessa poistetun kasviaineksen määrä

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi hoitotöiden yhteydessä poistettujen alalehtien ja sivuversojen määrään ennen toukokuun lopulla suoritettua lisälannoitusta. Tuoremassan keskiarvot eri kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa (reaktorikompostoitua kananlanta/kananlantarae) on esitetty taulukossa 19.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu vaikutti tilastollisesti merkitsevästi tuoremassan määrään 31.5. jälkeen ja lisälannoituksen vaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä. Lisälannoituksen vaikutus ei riippunut tilastollisesti merkitsevästi kasvualustaratkaisusta (reaktorikompostoitua kananlantaa/kananlantarakeita). Lisälannoituksen jälkeen hoitotöissä poistetun maanpäällisen kasvuston määrä on esitetty taulukossa 20.

Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu ei vaikuttanut raivausvaiheessa poistetun maan-

päällisen tuoremassan määrään tilastollisesti merkitsevästi, ei myöskään lisälannoitus. Raivausvaiheessa poistetun maanpäällisen kasvuston keskiarvot on esitetty taulukossa 20.

3 Tulosten tarkastelu

3.1 Sadon määrä ja laatu

Luonnonmukaiseen kasvihuonetuotantoon suunnitellun kasvualusta- ja lannoitusratkaisun avulla kasvihuonetomaatista saatu sato oli ammattiviljelyä ajatellen lupaava, niin määrällisesti kuin laadullisesti. Sadon määrä ja laatu olivat samaa suuruusluokkaa kuin tavanomaisen turveviljelyn tomaattikasvustossa (Jamaica), joka sijaisi samassa kasvihuoneosastossa luonnonmukaiseen tuotantoon suunniteltujen ratkaisujen vieressä, ja jonka satokauden pituus oli sama kuin tässä kenttäkokeessa. Sen kokonaissa-

Taulukko 18. Kasvihuonetomaatin lehtinäytteiden keskimääräiset ravinnepitoisuudet 22. elokuuta otetuissa näytteissä.

| Ravinne | 22.8. | | | |
|----------------|---|---------------|--|---------------|
| | Ei lisälannoitusta Reaktorikompostoitu kananlanta | Kananlantarae | Lisälannoitus Reaktorikompostoitu kananlanta | Kananlantarae |
| Typpi g/kg | 27,7 | 28,9 | 35,2 | 34,2 |
| Fosfori g/kg | 4,7 | 4,6 | 5,6 | 4,5 |
| Kalium g/kg | 41 | 43 | 47 | 45 |
| Kalsium g/kg | 23 | 19 | 20 | 18 |
| Magnesium g/kg | 6,8 | 5,4 | 7,2 | 5,6 |
| Rikki g/kg | 10 | 8,7 | 11 | 10 |
| Rauta mg/kg | 66 | 72 | 65 | 89 |
| Boori mg/kg | 54 | 47 | 43 | 42 |
| Kupari mg/kg | 9,0 | 9,5 | 10 | 10 |
| Mangaani mg/kg | 104 | 74 | 95 | 130 |
| Sinkki mg/kg | 22 | 23 | 26 | 25 |

Taulukko 19. Hoitotöiden yhteydessä poistettujen alalehtien ja sivuversojen määrä (tuoremassa kg/m²) ennen 31. toukokuuta suoritetta lisälannoitusta.

| Lannoite | Alalehtiä ja sivuversoja poistettu kg/m ² |
|--------------------------------|---|
| Reaktorikompostoitu kananlanta | 2,07 |
| Kananlantarae | 2,06 |

don määrä oli 29,9 kg/m² ja I-luokan osuus kokonaissadosta oli 96 % (Näkkilä & Backlund 1997). Tässä tutkimuksessa kokonaissadon määrä oli eri luomukasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa 24,8–28,5 kg/m² ilman lisälannoitusta viljelyssä ja 29,1–30,8 kg/m² lisälannoitetuissa. I-luokan sadon osuus kokonaissadosta oli 95–96 % ilman lisälannoitusta viljelyssä ja 97 % lisälannoitetuissa.

Ammattiviljelmillä luomutomaatin satotason mainitaan olevan parhaimmillaan 25 kg/m², ja se saavutetaan lisälannoittamalla useita kertoja viljelykauden kuluessa,

useimmiten kiinteän, orgaanisen aineksen avulla (Kuokkanen 1993, Malmer 1995, Adalsteinsson & Lagerberg 1996, Båth 1996, Salminen 1996b, Salminen & Wartainen 1997). Viljelytekniikka kuitenkin kehittyi koko ajan. Antamalla osa eloperäisestä lannoitteesta liuosmaisena kasteluveden mukana oli luomutomaatin satotaso tanskalaisella Klaus Søgårdin viljelmällä 33 kg/m² vuonna 1997 (Johansson 1998). Gäredalin (1998) tutkimuksessa luomutomaatin satotaso oli 23–27 kg/m² ajanjaksona kesäkuu-lokakuu.

Taulukko 20. Hoitotöissä ja raivausvaiheessa poistetun maanpäällisen tuore-massan määrä (kg/m²) lisälannoitusajankohdan jälkeen.

| Kasvualusta- ja lannoitusratkaisu | Hoitotyöt kg/m ² | Raivausvaihe kg/m ² |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Ei lisälannoitusta: | | |
| - reaktorikompostoitu kananlanta | 2,74 | 3,71 |
| - kananlantarae | 2,29 | 3,58 |
| Lisälannoitus: | | |
| - reaktorikompostoitu kananlanta | 3,06 | 4,39 |
| - kananlantarae | 2,94 | 4,50 |

On mahdollista, että tässä kenttäko-
keessa tutkitulla ratkaisulla olisi paremmis-
sa kasvuolosuhteissa saavutettu korkeampi
satotaso. Kasvihuoneosastossa, jossa kent-
täko sijaitsee, oli matalahko satotaso (tavan-
omaisen turveviljelyn kokonaissato 30
kg/m²), mitä selittää lyhyehkö viljelykausi
(viikot 9-42) ja se, ettei huoneilman hiilidi-
oksidipitoisuutta pyritä optimoimaan koko
viljelykauden ajan. Suomessa kyetään saa-
maan tomaatin kokonaissadoksi yli 45
kg/m² ilman tekovaloa viljeltäessä (Puutar-
hakonsulentti Kaisa Räsänen, Österbottens
Svenska Lantbrukssällskap, suullinen tie-
donanto). Muussa koetoinnassa, jossa on
tutkittu samankaltaista luomukasvualusta-
ja lannoitusratkaisua, on saatu tätä kenttä-
koetta korkeampia satoja. KKK-Vihannes
Oy:n viljelmäkokeessa vuonna 1996 I- ja II-
luokan sadon määrä oli yhteensä 32,6
kg/m². Taimet istutettiin viikolla 7 ja viljely
päätyi viikolla 42. (Salminen 1997). Här-
kälän puutarhalla vuonna 1996 toteutet-
ussa viljelmäkokeessa I- ja II-luokan sadon
määrä oli yhteensä 34,8 kg/m². Siellä taimet
istutettiin viikolla 8 ja viljely päättyi viikolla
45 (Lehto 1997).

Luomukasvualustalla viljellyn tomaatin
kiinteydessä ei havaittu ongelmia, kun kiin-
teyttä tutkittiin pienimuotoisen kokeen
avulla syyskuussa. Kaikissa vaihtoehdoissa
(reaktorikompostoitu kananlanta/kanan-
lantarae, ei lisälannoitusta/lisälannoitus) to-
maatin kiinteyks oli keskimäärin lähempänä
sopivaa kiinteyttä (=3) kuin hieman liian

pehmeää (= 2). Tulee huomioida, että tut-
kimus tehtiin sadosta, joka oli poimittaessa
kauttaaltaan punaiseksi väritynyttä, toisin
sanoen tavanomaista kypsempää. Tulos on
yhdennäköinen vuoden 1995 kenttäko-
keen kanssa, jossa kiinteyttä tutkittiin pie-
nimuotoisen kokeen avulla 31.5. ja 4.9. poi-
mitusta sadosta. Tutkimuksessa vertailtiin
neljää erilaista luonnonmukaiseen viljelyyn
suunniteltua kasvualusta- ja lannoitusrat-
kaisua, jotka sisältävät kananlantaa. Lajike
oli Astrid (Salminen 1995).

3.2 Lisälannoitus

Tässä kenttäkokeessa kokonaissadon määrä
lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi, mikäli
kasvusto lisälannoitettiin toukokuun lopul-
la. Tilanne oli sama, käytettiinpä kanan-
lantaraeita tai reaktorikompostoitua ka-
nanlantaa.

Kasvualustanäytteiden määritystulos-
ten perusteella vaikuttaa siltä, että mikäli
kasvustoa ei lisälannoitettu, joko kaliumin
tai typen määrä kasvualustassa rajoitti kas-
vuston kasvua, sillä muiden määritettyjen
ravinteiden pitoisuus ei alittanut Viljavuus-
palvelun ohjearvoa.

Koska kalium ja typi mitoitettiin kas-
vin tarvetta vastaavaksi Puustjärven (1991)
tutkimusten avulla, ja niiden pitoisuus tar-
kistettiin kasvualustanäytteiden avulla, ky-
seisten ravinteiden määrän ei olisi pitänyt
rajoittaa kasvua. Varmistusta saa vielä edel-

lä mainituista KKK-Vihannes Oy:n ja Härkälän puutarhan viljelmäkokeista. Niissä kanalanann määrä oli sama kuin tässä kentäkokeessa, kun kasvustoa ei lisälannoitettu ja niissä kokonaissadon määrä oli yli 30 kg/m² (Lehto 1997, Salminen 1997).

Lisälannoituksen tarve selittyy kasteluvien määrää tarkastelemalla. Kasteluvirheen seurauksena kasvustoa ylikasteltiin viljelykauden alkuvaiheessa. Tähän päätelmään tulee, kun vertaa luomualustalle annettuja kastelumääriä edellä mainitun, samassa osastossa tavanomaisesti viljellyn tomaatin kasteluvien määrään. Vertailussa selviää, että luomukasvualustaa kasteltiin maaliskuun alusta ja toukokuun puoliväliin kaksinkertaisella vesimäärällä: luomukasvualustaa kasteltiin 146 litraa kasvia kohden ja tavanomaisessa viljelyssä olevaa turvevevyä 73 litraa kasvia kohden. Kasvustot oli istutettu samanaikaisesti. Toukokuun puolivälin jälkeen, kun kastelua ryhdyttiin tarkentamaan, luomukasvualustalla kului kasteluvettä 201 litraa kasvia kohden ja edellä mainitussa tavanomaisessa turveviljelyssä 228 litraa kasvia kohden.

Ylikastelun seurauksena kasvualustasta on poistunut ravinteita valuman mukana. Valumaa oli mahdollon havaita, koska kasvualustan alla ei ollut riittävän leveää pohjamuovia, jonka päälle valuma olisi kertynyt. Leveän pohjamuovin puuttumista on pidettävä puutteena kokeen toteutuksessa. Jotta lisälannoitukselta vältytään, ravinteita ei saa päästä juurten ulottumattomiin. Menetelmä edellyttää toisin sanoen ylikastelun välttämistä. Mahdollisen ylikastelun seurauksena syntyvä valuma on kyettävä havaitsemaan, esimerkiksi riittävän leveän pohjamuovin avulla, jotta kastelua kyetään tarkentamaan. Tuolloin saavutetaan samalla ns. suljettu kastelujärjestelmä, jossa ravinteiden pääsy pinta- ja pohjavesiin estyy. Kasvihuonetuotannossa ollaan siirtymässä vesiensuojelua edistäviin kastelu-*ratkaisuihin* (Kotimaiset Kasvikset 1997). Luonnonmukaisen viljelyn tuotantosäännöissä kastelun hallintaa ei toistaiseksi edellytetä (Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997b).

3.3 Kananlannan käsittelyn vaikutus

3.3.1 Sadon määrä ja laatu

Keskimäärin kasvihuonetomaatin kokonaissato ja I-luokan sato oli korkeampi, kun kasvualustassa käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä: ensimmäisen luokan satoa saatiin keskimäärin 15 % enemmän ilman lisälannoitusta viljellystä kasvustosta ja 5 % enemmän lisälannoitetusta kasvustosta. Tuloksia tulee tarkastella muistaen, että ne kuvaavat tilannetta, jolloin ajaututtiin lisälannoituksen tarpeeseen alkukauden kasteluvirheen vuoksi.

Hedelmän kiinteydessä ei ollut juurikaan eroa, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita, kun kiinteyttä tutkittiin pienimuotoisen kokeen avulla syyskuussa. Reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä tomaatit keskimäärin pisteytettiin hieman kiinteämmiksi kuin kananlantarakeita käytettäessä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

3.3.2 Ravinteiden saatavuus

3.3.2.1 Kasvualustan suolapitoisuus

Kasvualustan suolapitoisuus ei kohonnut viljelykauden kuluessa kasvualustan ravinnepitoisuudeltaan laimeassa osassa, käytettiin kasvualustassa reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Tämä ilmenee sekä puristenesteen johtokyvyn että kasvualustan johtoluvun mittauksista. Laimean kasvualustan määrä, 20 litraa kasvia kohden, oli pienempi kuin aiemmissa tutkimuksissa (Uronen 1994, Salminen 1995).

Kastelun toteutuksessa oli kuitenkin eroa verrattuna aiemmin tutkittuihin ratkaisuihin: tässä kokeessa tippukastelusuuttimet olivat ravinnepitoisuudeltaan laimeassa osassa koko viljelykauden ajan, kun ne aiemmin oli sijoitettu kananlantaa sisältä-

vässä, ravinnepitoisuudeltaan väkevässä osassa (Uronen 1994, Salminen 1995). Aiemmin on saatu viitteitä suolapitoisuuden kohoamisesta viljelykauden kuluessa. Vuoden 1995 kenttäkokeessa suolapitoisuus oli kohonnut viljelykauden lopulla Viljavuuspalvelun johtolukumäärittysten perusteella. Johtoluku oli kasvualustan ravinnepitoisuudeltaan laimeassa osassa viljelykauden lopulla 15–26 (ohjearvo 5–10) (Salminen 1995). Vuonna 1994 suoritetussa kenttäkokeessa laimean osan puristenesteen johdotkyky ei kuitenkaan ylittänyt Viljavuuspalvelun ohjearvoa. Määrittys tehtiin kesäkuun lopulla (Uronen 1994).

Tämän kenttäkokeen tulos on yhdenmukainen muiden kokeiden kanssa, joissa kastelutiput oli sijoitettu laimeaan osaan tai laimean osan ja väkevän osan reunalle (Lehto 1997, Salminen 1997).

3.3.2.2 Kasvualustan pH

Ravinnepitoisuudeltaan laimean kasvualustan osan pH kohosi viljelykauden kuluessa ohjearvon yläpuolelle (puristenestestä tehty mittaus korkeimmillaan 6,9 ja Viljavuuspalvelu Oy:n kasvualustasta määrittämä korkeimmillaan 7,1), käytettiinpäsä kasvualustassa kananlantarakeita tai reaktorikompostoitua kananlantaa. Ohjearvoa korkeampi pH on havaittu myös aikaisemmissä tutkimuksissa, joissa on mitattu kasvualustan ravinnepitoisuudeltaan laimean osan pH-arvoa viljelykauden lopulla (Salminen 1995, Salminen 1997).

Kasvualustan ravinnepitoisuudeltaan laimean osan pH-arvon kohoamisen vaikutusta lieventää se, että ravinnepitoisuudeltaan väkevän osan pH on alentunut viljelykauden kuluessa. Typen nitrifikaatio selittää muutosta: pieneliöstön hajottaessa kananlantaa, vapautuu ammoniumtyppeä ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), jota hapettuu mikrobien toiminnan seurauksena nitraattitypeksi ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) (Heinonen et al. 1992). Tässä tutkimuksessa lisälannoituskohdan pH ei ylittänyt ohjearvoa. Ylityksiä ei ole tapahtunut muissakaan kokeissa, joissa väkevän osan

happamuutta on seurattu (Salminen 1997, Lehto 1997).

Kasvualustan pH-arvon kohotessa tietyt ravinteet, kuten rauta ja mangaani, alkavat muuttua vaikeammin kasville käytökelpoiseen muotoon. Tässä tutkimuksessa lehtinäytteiden rauta- ja mangaanipitoisuus olivat ohjearvojen mukaiset, lukuunottamatta mangaanipitoisuutta viljelykauden lopulla, kun viljeltiin ilman lisälannoitusta kananlantarakeiden avulla. Mangaanin tai raudan saatavuudessa ei ole havaittu ongelmia muissa tutkimuksissa, joissa on tutkittu vastaavanlaisia kasvualusta- ja lannoitusratkaisuja: vuoden 1995 kenttäkokeessa tomaatin lehden mangaani- ja rautapitoisuudet olivat Viljavuuspalvelun ohjearvojen mukaisia (näytteet 8.5., 26.6. ja 21.8.), KKK-Vihannes Oy:n viljelmäkokeessa 1996 puristenesteen rauta- ja mangaanipitoisuus oli ohjearvon mukainen kaikissa määrittäyksissä (näytteet 14.3., 19.6. ja 31.7.), samoin vuoden 1994 kenttäkokeen määrittäyksissä (näytteet 21.6.) (Uronen 1994, Salminen 1995, Salminen 1997).

Tutkimusten mukaan ravinnepitoisuudeltaan laimean osan pH ei ole vaikeuttanut haitallisissa määrin ravinteiden saantia kasvihuonetomaatin viljelyssä.

3.3.2.3 Kalium

Lehtinäytteiden kaliumpitoisuus oli kaikissa vaihtoehdossa (reaktorikompostoitua kananlanta/kananlantarae, ei lisälannoitusta/lisälannoitus) Viljavuuspalvelun ohjearvojen mukainen sekä huhtikuussa että elokuussa, mutta kesäkuun lopulla pitoisuudet olivat hieman alle ohjearvon. Ylikastelu selittää ilman lisälannoitusta viljellyn kasvuston kaliumpitoisuutta. Pitoisuudet olivat kuitenkin ohjearvon alarajalla myös kasvustoissa, jotka oli lisälannoitettu toukuun lopulla (2,9–3,1 % reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä ja 2,8–3,0 % kananlantarakeita käytettäessä, ohjearvo 3,0–6,0 %). Eräs selittävä tekijä on se, että lehtinäytteet otetaan täysikasvuisista lehdistä ja näytteenottoa edeltäneellä ravinne-

tilanteella on vaikutusta. Koska muiden ravinteiden osalta pitoisuudet olivat kesäkuun lopulla Viljavuuspalvelun ohjearvojen mukaiset, juuriston kunto ei kaliumpitoisuutta selitä.

Lehtinäytteiden kaliumpitoisuus oli Viljavuuspalvelun ohjearvon puitteissa elokuussa. Lisälannoittamattomankin kasvuston pitoisuus oli tuolloin ohjearvon mukainen, joskin lisälannoitetussa kasvustossa kaliumpitoisuus oli noin 10 % korkeampi. Kun sadon kiinteyttä tutkittiin syyskuun alussa, kiinteydessä ei havaittu eroja missään vaihtoehdoissa (reaktorikompostoitu kananlanta/kananlantarae, ei lisälannoitusta/lisälannoitus), mikä viittaisi kaliumia oleen riittävästi. Mikäli kaliumia on liian vähän kasvin tarpeeseen nähden, vaikutus ilmenee hedelmien laadussa, kuten kiinteydessä, ennen sadon alenemista.

Vaikuttaa kuitenkin siltä, ettei kaliumia ollut riittävästi koko viljelykaudeksi, mikäli ei lisälannoitettu, sillä satokauden päätyttyä kasvualustanäytteissä oli liukoista kaliumia selkeästi alle Viljavuuspalvelun ohjearvon. Valmistajan mukaan kananlannan ja turpeen kaliumpitoisuus on lähes täysin liukoisessa muodossa, eikä kasvualustan sisältämä kivennäismaa ole merkittävä kasvin kaliumin saannin kannalta sen lajitekoostumuksen (hiekkä) vuoksi.

Aiemmissä kokeissa, joissa on tutkittu saman kananlantamäärän sisältävää kasvualusta- ja lannoitusratkaisua, kaliumpitoisuuden alenemista ohjearvon alarajan tuntumaan ei ole havaittu. Vuoden 1995 kenttäkokeessa kaliumpitoisuus oli ohjearvojen puitteissa kaikissa näytteissä (8.5., 26.6. ja 21.8.), samoin KKK-Vihannes Oy:n viljelmäkokeessa vuonna 1996 (12.3., 9.5. ja 30.7.) ja Härkälän puutarhan viljelmäkokeessa vuonna 1996 (näyte 22.5.) (Salminen 1995, Lehto 1997, Salminen 1997).

Koska kalium on tomaattisadon laadun kannalta tärkeä ravinne, jotkut luomutomaatin tuottajat lisäävät eloperäistä, kaliumpitoisuudeltaan korkeaa liuosta kasteluveden mukana lisälannoitteeksi viljelykauden kuluessa (Adalsteinsson & Lagerberg 1996, Johansson 1998).

Myös tässä tutkimuksessa käytettävässä kasvualusta- ja lannoitusratkaisussa olisi eduksi kyetä lisälannoittamaan kasvusto tarvittaessa. Tällaiseen tilanteeseen voidaan ajautua, mikäli kasvualusta-aineksien kaliumpitoisuus tunnetaan huonosti. Esimerkiksi, mikäli näyte, josta pitoisuus suoritetaan, on epäedustava: oman tilan aumakomposti on koostumukseltaan epätasaista, näyte koostuu liian pienestä määrästä osanäytteitä, näyte ei ole riittävän hienojakoista. Mikäli kaliumpitoisuus tunnetaan huonosti, tulisi seurata puristenesteanalyyysien avulla ravinnepitoisuudeltaan väkevän kasvualustan osan kaliumpitoisuutta, ja lisälannoittaa kasvusto, mikäli analyysitulokset viittaavat alentuneeseen kasville käyttökelpoisen kaliumin määrään kasvualustassa. Selvytyden vuoksi toistettakoon, että tässä tutkimuksessa kehitettävä kasvualusta- ja lannoitusratkaisu perustuu ajatukseen, että kasvualustan rakennusaineet sisältävät kasvin tarvitseman määrän ravinteita. Alustan rakennusvaiheessa ollaan toisin sanoen selvillä aineksien ravinnekoostumuksesta.

Kaliumin määrä vaikuttaa tomaatin sadon laatuun monella tavalla. Esimerkiksi tomaatin makuun liittyen on havaittu, että kaliumpitoisuus korreloi positiivisesti hedelmän happoisuuden kanssa: mitä korkeampi on lehden kaliumpitoisuus, sitä enemmän hedelmässä on happoja (Winsor & Adams 1987).

3.3.2.2 *Typipitoisuus*

Lisälannoitus kohotti lehtinäytteen tyypipitoisuutta, käytettiinpä reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita. Elokuussa pitoisuus oli keskimäärin 23 % korkeampi lisälannoituksen saaneissa lehtinäytteissä. Kuitenkin myös ilman lisälannoitusta viljellyn kasvuston pitoisuus oli koko kauden ohjearvon (2,5–5,0 %) puitteissa.

Lisälannoituksen saaneissa kasvustoissa lehden tyypipitoisuus oli vähintään 3,4 % koko viljelykauden ajan. Typen pitoisuus

on ollut aiemmissakin kasvualustaan kehittämiseen liittyvissä tutkimuksissa ohjearvon mukainen: kenttäkokeessa vuonna 1995 (vähintään 3,5 %), KKK-Vihannes Oy:n viljelmäkokeessa vuonna 1996 (vähintään 4,2 %) ja Härkälän viljelmäkokeessa vuonna 1996 (vähintään 3,7 %) (Salminen 1995, Lehto 1997, Salminen 1997).

3.3.2.3 Kalsium

Lehden kalsiumpitoisuus oli hieman alle Viljavuuspalvelun ohjearvon alarajan huhtikuun lopulla ja reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä yhden näytteen osalta ohjearvo alitettiin vielä kesäkuun lopulla otetussa näytteessä.

Lehtinäytteiden kalsiumpitoisuuden ohjearvon alituksia on havaittu aiemmissakin hankkeessa tutkittavan kasvualusta- ja lannoitusratkaisun tutkimuksissa. Vuoden 1995 kenttäkokeessa pitoisuus oli ohjearvon alarajalla viljelykauden alkuvaiheessa, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakeita (Salminen 1995). KKK-Vihannes Oy:n viljelmäkokeessa oltiin alle ohjearvon heinäkuun lopulla (pitoisuus 1,3 %). Härkälän puutarhan viljelmäkokeessa samana vuonna ei kuitenkaan havaittu ohjearvon alitusta. Määrittäminen tehtiin toukokuun lopulla (Lehto 1997).

Kysymyksessä voi olla ilmankosteuden säätöön liittyvä ongelma kevättalvella. Kyse voi olla muustakin, sillä kationimuodossa esiintyvien ravinteiden, kuten ammonium- ja magnesiumionien, runsas määrä vaikeuttaa kasvuston kalsiumin saantia (Winsor & Adams 1987). Koska kalsiumpitoisuus on alittanut ohjearvon myös reaktorikompostoitua kananlantaa käytettäessä, ammoniumionien määrä ei selittäne kalsiumin alhaista pitoisuutta. Lehden magnesium- ja kaliumpitoisuuden perusteella ei vaikuta siltä, että näitä ioneja olisi siirtynyt kasviin tavanomaista runsaammin. Kummankaan pitoisuus ei ollut Viljavuuspalvelun ohjearvon ylärajalla tai sen yli. Kasvualustanäytteiden perusteella kalsiumia on

ollut riittävästi kasville käyttökelpoisessa muodossa kaikissa vaihtoehdoissa (reaktorikompostoitua kananlantaa/kananlantaa, ei lisälannoitusta/lisälannoitus), niin viljelykauden alussa kuin lopussakin, mikä onkin odotettavissa kalkittua turvetta käytettäessä.

Koska latvamätäisten hedelmien osuus on ollut hyvin pieni kaikissa kokeissa, kasvin kalsiumin saantia ei voi pitää ongelmana.

3.3.2.4 Muut ravinteet

Muiden ravinteiden, joiden pitoisuudesta on olemassa Viljavuuspalvelun ohjearvot, toisin sanoen fosforin, magnesiumin, rikin, raudan, boorin, kuparin, mangaanin ja sinkin osalta ei lehtinäytteissä ollut ohjearvon alituksia, lukuunottamatta mangaanipitoisuuden alitusta lisälannoittamattomassa kasvustossa kananlantarakeita käytettäessä elokuussa.

Kasvualustanäytteiden tulokset ovat yhtenevät lehtinäytteiden kanssa. Verrattessa liukoisten ravinteiden pitoisuuksia Viljavuuspalvelun ohjearvoihin, fosforia, magnesiumia, booria, kuparia ja mangaania ollut riittävästi kasvustolle käyttökelpoisessa muodossa viljelykauden lopulla. Rikin, raudan ja sinkin osalta ohjearvojen puuttuminen estää riittävyyden arvioinnin kasvualustanäytteiden osalta.

Kyseisten muiden ravinteiden osalta, mukaan lukien mangaani, tomaattikasvustossa ei ole aiemmin havaittu ohjearvon alituksia, kun kananlanta on annettu peruslannoituksena kasvualustaan, eikä lisälannoituksia ole tehty (Salminen 1995, Lehto 1997, Salminen 1997).

3.4 Ehdotukset jatkotutkimuksiksi

Tutkimuksessa on selvinnyt, että luonnonmukaiseen viljelyyn kehitetyn kasvualusta- ja lannoitusratkaisun avulla kasvihuonetoiminnan sadon määrä ja laatu saadaan ammattiviljelyä ajatellen lupaavalle tasolle,

vaikka kasvustoa ei lisälannoiteta viljelykauden kuluessa. Tulee huomioida, että tutkittavassa ratkaisussa kasvualustassa käytettävien aineksien ravinnepitoisuus on tunnettu hyvin.

Jatkossa tulee tutkia mahdollisuutta lisälannoittaa kasvusto kustannustasoltaan edullisella tavalla. Mikäli osa ravinteista annetaan lisälannoituksena, voidaan rajoitettua, vuosittain vaihdettavan kasvualustan kokoa pienentää. Kustannustasoltaan edulliseen lisälannoitukseen tulisi olla mahdollisuus, mikäli kasvualustan ravinnepitoisuus osoittautuu riittämättömäksi. Riski ravinteiden riittämättömyydestä kasvaa, mitä huonommin kasvualustassa käytettävien aineksien ravinnepitoisuus tunnetaan.

Eräs vaihtoehto on liuosmaisena kasteveden mukana annettava lisälannoitus. Eloperäistä, liuosmaisena annettavaa luomulannoitetta käytetään kasvihuoneviljelyssä mm. Tanskassa ja Ruotsissa (Adalsteinsson & Lagerberg 1996, Salminen & Wartainen 1997, Johansson 1998). Tällaista lisälannoitusmahdollisuutta tulisi kehittää.

Mikäli tutkitaan kiinteän eloperäisen aineksen käyttöä lisälannoitteena, tulisi lisätutkimusta kohdentaa kustannustasoltaan edullisen levitysmenetelmän kehittämiseen. Lupaavia satotuloksia on saavutettu tutkimuksessa, jossa rajoitetulla kasvualustalla viljeltäessä on lisälannoitteena käytetty silputtua nurmea (Gäredal 1998).

Kirjallisuus

Adalsteinsson, S. & Lagerberg, C. 1996. På Fyn hittar vi Nordeuropas största ekologiska tomatodlare: Det var en stor lilla en.... VIOLA Trädgårdsvärlden 14: 17.

Båth, B. 1996. Ekologisk odling av växthusmatat, substrat-gödsling och växtskydd. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 2. 18 p.

Gäredal, L. 1998. Växthusodling av tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) i avgränsad odlingsbädd, baserad på näringsresurser från lokalt producerad stallgödselkompost och grönmassa. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodlingslära, Ekologisk lantbruk 22. 38 p. + 2 app.

Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki: WSOY. 334 p.

Ilmatieteen laitos 1993. Auringonpaistehavainnot 1981-90. Ilmatieteen laitos, Suomen meteorologinen vuosikirja osa 4: 2. Helsinki: Painatuskeskus. 150 p.

Ilmatieteen laitos 1996a. Ilmatieteen laitos, Ilmastopalvelu, Ilmastokatsaus 4/96.

Ilmatieteen laitos 1996b. Ilmatieteen laitos, Ilmastopalvelu, Ilmastokatsaus 7/96.

Ilmatieteen laitos 1996c. Ilmatieteen laitos, Ilmastopalvelu, Ilmastokatsaus 10/96.

Johansson, A. 1998. EKO-produktion av krukväxter. Vendel Trädgårdsrådgivning, moniste. 27 p. + 4 app.

Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1995. Euroopan Unionin vihannesten laatuvaatimukset 1995. Helsinki: Kasvintuotannon tarkastuskeskus. 23 p.

Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997a. Luonnonmukainen viljely viljelykasveittain (ha) vuonna 1996. Helsinki: Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1.4.1997.

Kasvintuotannon tarkastuskeskus 1997b. Luonnonmukainen maataloustuotanto. Konsolidoitu versio Euroopan yhteisöjen neuvoston asetuksesta 2092/91. 63 p.

Kotimaiset Kasvikset 1997. Kasvihuonevihannesten hyvät viljelymenetelmät. Kotimaiset Kasvikset ry:n julkaisu 28. 4 p. + 5 app.

Kuokkanen, I. 1993. Biodynaamisia tomaatteja Pohjanmaalta. Puutarha 9/93: 472–473.

Lantbrukets Rådgivningscenter 1996. Væksthusgrønsager. Specialudvalget for Økologi, Lantbrukets Rådgivningscenter, Fakta om økologisk jordbrug 7. 45 p.

Lehto, R. 1997. Kasvihuonetomaatin luonnonmukainen lannoitus kananlantarakeilla. Hämeen ammattikorkeakoulu, julkaisu B:17. 43 p. + 4 app.

Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1997. Puutarhayrityskirje 1996. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. SVT, Maa- ja metsätalous, 1997:2. Helsinki: Hakapaino Oy. 116 p.

Malmer, P. 1995. Tomater på heltid, precisionsodling en utmaning. Ekologiskt lantbruk 7/95: 2–6.

Mengel, K. & Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. Switzerland, International Potash Institute. 687 p.

Niemi, E. & Hallikainen, A. 1993. Kotimaisten ja ulkomaisten kasvien raskasmetalli- ja nitraattipitoisuudet. Elintarvikeviraston julkaisuja 11. 23 p.

Näkkilä, J. & Backlund, K. 1997. Turvealustan kappilaarikastelun lannoitusohjelman luominen tomaatille. MTT Martensin vihannestutkimusasema, loppuraportti. 28 p. + 7 app.

Salminen, M. 1995. Luonnonlannoitteiden käyttö kasvihuonetomaatin viljelyssä. MTT Martensin vihannestutkimusasema, "Luonnonmukaisen kasvihuoneviljelytekniikan kehittäminen" -projektin kenttäkoeraportti. 39 p. + 6 app.

– 1996a. Luonnonlannoitteiden käyttöä tomaatilla tutkitaan Martensilla. Puutarha-Uutiset 6B/96: 32–33.

– 1996b. Luonnonmukainen viljely kasvihuoneessa. Viljelyohjeistokatsaus. MTT Martensin vihannestutkimusasema, "Luonnonmukaisen kasvihuoneviljelytekniikan kehittäminen" -projektin väliraportti. 8 p. + 1 app.

– 1997. Luonnonmukaisen viljelytekniikan kehittäminen kasvihuoneviljelyssä suurtuotantomittakavassa ja näiden uustuotteiden markkinoinnin järjestäminen. Raportti vuoden 1996 toiminnasta. MTT Martensin vihannestutkimusasema, moniste. 11 p.

– & **Wartiainen, S.** 1997. Ruotsin luomukasvihuoneutuotantoon tutustumassa. Luomulehti 7/97: 6–7.

Salonen, K. 1996. Honkajoella viljellään onnellisia tomaatteja. Puutarha-Uutiset 21/96: p. 10.

Seppälä, J. 1979. Kasvihuonekurkun lannoitus ja kalkitus. Puutarha 1: 34–35.

Uronen, K. 1994. Teollisesti valmistettujen luonnonlannoitteiden vaikutus turpeessa viljeltävän kasvihuonetomaatin kasvuun ja satoon. MTT Martensin vihannestutkimusasema, loppuraportti. 11 p.

– 1995. Tomaatti kasvaa luonnonlannoitteillakin. Puutarha-Uutiset 6B/95: 28–29.

Viljavuuspalvelu Oy 1994. Kasvihuoneanalyysien tulkintaopas. Viljavuuspalvelu Oy. Arkmedia. 8 p.

Winsor, G. & Adams, P. 1987. Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Volume 3. Glasshouse Crops. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Agricultural and Food Research Council. London: Her Majesty's Stationery Office. 168 p.

Väisänen, J. & Pohjalainen, L. 1995. Luomutuotteiden markkinatutkimus 1995. Kiinnostus luomutuotteisiin ja niihin liittyvä maksuhalukkuus. Luonnonmukaisen viljelyn liitto ry. 35 p. + 15 app.

Ravinnepitoisuudeltaan laimean kasvualustan osan (kasvualustan yläosa) määritystulokset kasvihuonekurkun viljelyssä, ennen viljelyn aloitusta ja ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun loputtua. Alustan yläosassa käytettiin samaa ainesta molemmissa kasvualusta- ja lannoitusratkaisuissa: käytettäessä kasvualustan alaosassa kananlantarae-turveseosta tai reaktorikompostoitua kananlantaa. Ohjearvot ovat Viljavuuspalvelu Oy:n ilmoittamia (Viljavuuspalvelu 1994).

| | Ohjearvo kurkulle | Ennen viljelyn aloitusta | Kasvualustan yläosa | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | | | I kasvuston sadonkorjuu päättynyt, alaosassa käytetty reaktori- kompostoitua kananlantaa | kananlantarae- turveseosta |
| Happamuus, pH | 5,5 - 6,5 | 6,2 | 6,8 | 7,0 |
| Johtoluku 10 x mS/cm | 4 - 8 | 5,4 | 3,6 | 2,6 |
| Kok. typpi mg/l | - | 2952 | 1400 | 860 |
| <u>Liukoiset ravinteet:</u> | | | | |
| Typpi, mg/l | 100 -200 ^{*)} | 220 | 63 | 45 |
| Fosfori, mg/l | 20 - 100 | 200 | 125 | 100 |
| Kalium, mg/l | 150 - 400 | 560 | 73 | 53 |
| Kalsium, mg/l | 1000 - 3000 | 1860 | 2000 | 1600 |
| Magnesium, mg/l | 150 - 400 | 390 | 520 | 410 |
| Rikki, mg/l | - | 77,6 | 36 | 33 |
| Sinkki, mg/l | - | 12,5 | 13 | 7 |
| Mangaani | 1 - 30 | 8,9 | 6 | 5 |
| Kupari, mg/l | 1 - 10 | 1,0 | 1 | 0,9 |
| Boori, mg/l | 0,3 - 1,8 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |

*) Ohjearvo sisältää ainoastaan NO_3^- -N.

LIITE 1 (1/2)

Ravinnepitoisuukseltaan väkevän kasvualustan osan (kasvualustan alaosa) määritystulokset kasvihuonekurkun viljelyssä, ennen viljelyn aloitusta ja ensimmäisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä. Ohjearvot ovat Viljavuuspalvelu Oy:n ilmoittamia (Viljavuuspalvelu 1994). Tulee huomata, että ravinnepitoisuukseltaan väkevää kasvualustan osaa ei ole tarkoitus saada ohjearvoja vastaavaksi.

| | Ohjearvo kurkunviljelyssä | Kasvualustan alosa | | | |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | | Reaktorikompostoitu kananlanta | | Kananlantarae-turveseos | |
| | | Ennen viljelyn aloitusta | I kasvuston sato korjattu | Ennen viljelyn aloitusta | I kasvuston sato korjattu |
| Happamuus, pH | 5,5 - 6,5 | 7,3 | 7,1 | 7,0 | 6,6 |
| Johtoluku 10 x mS/cm | 4 - 8 | 32 | 3,4 | 31 | 5,8 |
| Kok. typpi mg/l | - | 6308 | 1900 | 6579 | 2760 |
| <u>Liukoiset ravinteet:</u> | | | | | |
| Typpi, mg/l | 100 -200 ⁹ | 1300 | 110 | 1400 | 160 |
| Fosfori, mg/l | 20 - 100 | 1600 | 660 | 960 | 650 |
| Kalium, mg/l | 150 - 400 | 3100 | 250 | 2480 | 370 |
| Kalsium, mg/l | 1000 - 3000 | 3440 | 2800 | 2560 | 3700 |
| Magnesium, mg/l | 150 - 400 | 876 | 530 | 675 | 760 |
| Rikki, mg/l | - | 395 | 39 | 366 | 49 |
| Sinkki, mg/l | - | 43,5 | 25 | 36,0 | 31 |
| Mangaani | 1 - 30 | 17 | 11 | 13 | 16 |
| Kupari, mg/l | 1 - 10 | 3,4 | 3 | 3,9 | 3 |
| Boori, mg/l | 0,3 - 1,8 | 2,8 | 0,7 | 2,4 | 1 |

*) Ohjearvo sisältää ainoastaan NO₃-N.

Kasvualusta-analyysien tulokset kasvihuonekurkun viljelyssä toisen kasvuston sadonkorjuun päätyttyä. Kasvualustapedin reuna koostui toista kasvustoa varten suoritetusta lisälannoituksesta, ja se oli samaa ainesta kuin kasvualustan alaosa. Ohjearvot Viljavuuspalvelu Oy:n käyttämiä (Viljavuuspalvelu 1994).

| | Ohjearvo | Alustassa reaktorikompostoitua kananlantaa | | | Alustassa kananlantarae-turveseosta | | |
|-----------------------------|------------------------|--|--------------|-------------|-------------------------------------|--------------|-------------|
| | | Pedin yläosa | Pedin alaosa | Pedin reuna | Pedin yläosa | Pedin alaosa | Pedin reuna |
| Happamuus, pH | 5,5 - 6,5 | 6,9 | 7,0 | 6,3 | 6,6 | 6,8 | 6,2 |
| Johtoluku 10 x mS/cm | 4 - 8 | 12 | 5,3 | 36 | 7,6 | 4,6 | 31 |
| Kok. typpi mg/l | - | 3200 | 1900 | 3500 | 1800 | 1700 | 2300 |
| <u>Liukoiset ravinteet:</u> | | | | | | | |
| Typpi, mg/l | 100 -200 ^{*)} | 330 | 50 | 640 | 130 | 40 | 400 |
| Fosfori, mg/l | 20 - 100 | 1200 | 350 | 1700 | 230 | 260 | 1300 |
| Kalium, mg/l | 150 - 400 | 300 | 130 | 2200 | 60 | 50 | 1500 |
| Kalsium, mg/l | 1000 - 3000 | 3800 | 2600 | 4100 | 2300 | 2600 | 3300 |
| Magnesium, mg/l | 150 - 400 | 980 | 620 | 1100 | 640 | 530 | 830 |
| Rikki, mg/l | - | 100 | 40 | 240 | 56 | 40 | 300 |
| Sinkki, mg/l | - | 40 | 23 | 40 | 20 | 23 | 32 |
| Mangaani | 1 - 30 | 17 | 11 | 25 | 10 | 11 | 21 |
| Kupari, mg/l | 1 - 10 | 4,1 | 2,4 | 4,3 | 2,3 | 3,3 | 3,4 |
| Boori, mg/l | 0,3 - 1,8 | 1,5 | 0,47 | 3,0 | 0,44 | 0,44 | 2,0 |

^{*)} Ohjearvo sisältää ainoastaan NO₃-N.

LIITE 2 (2/1)

Kasvihuonekurkun lehtianalyysin tulokset ensimmäisen kasvuston osalta. Ohjearvo
 Viljavuuspalvelu Oy:n suosituksia (Viljavuuspalvelu 1994).

| Kasvinravinne | Ohjearvo | Lannoitteena reaktori | | Lannoitteena | | Tavanomainen | |
|-------------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | | kompostoitu | kananlanta | kananlantarae- | turveseos | turveviljely | |
| | | Keski- arvo | Vaihtelu- väli | Keski- arvo | Vaihtelu- väli | Keski- arvo | Vaihtelu- väli |
| Typpi g/kg | 30 - 60 | 40,0 | 27,3 - 56,7 | 40,4 | 31,5 - 56,6 | 45,8 | 41,4 - 53,4 |
| Fosfori g/kg | 3 - 10 | 7,7 | 7,0 - 8,7 | 9,4 | 7 - 12 | 7,1 | 4,4 - 9,2 |
| Kalium g/kg | 25 - 50 | 40 | 28 - 49 | 40 | 32 - 51 | 41 | 23 - 60 |
| Kalsium g/kg | 20 - 60 | 45 | 36 - 50 | 45 | 34 - 49 | 71 | 56 - 91 |
| Magnesium g/kg | 5 - 10 | 12 | 8,9 - 14 | 11 | 7,5 - 12 | 10 | 6,9 - 14 |
| Rikki g/kg | 3 - 7 | 14 | 10 - 16 | 14 | 12 - 16 | 13 | 11 - 14 |
| Rauta mg/kg | 75 - 200 | 90 | 79 - 100 | 89 | 78 - 94 | 99 | 83 - 120 |
| Boori mg/kg | 30 - 100 | 55 | 48 - 60 | 57 | 46 - 66 | 88 | 58 - 110 |
| Kupari mg/kg | 5 - 15 | 9,9 | 4,3 - 23 | 8,5 | 4,7 - 16 | 6,7 | 5,9 - 9,8 |
| Mangaani mg/kg | 75 - 200 | 210 | 130 - 290 | 200 | 140 - 270 | 310 | 220 - 380 |
| Sinkki mg/kg | 30 - 100 | 69 | 55 - 85 | 69 | 59 - 80 | 48 | 44 - 54 |

Kasvihuonekurkun lehtianalyysin tulokset toisen kasvuston osalta. Ohjearvo Viljavuuspalvelu Oy:n suosituksia (Viljavuuspalvelu 1994).

| Kasvinravinne | Ohjearvo | Lannoitteena reaktorikompostoitu kananlanta | | Lannoitteena kananlantarae-turveseos | | Tavanomainen turveviljely | |
|----------------|----------|---|--------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | | Keski-arvo | Vaihteluväli | Keski-arvo | Vaihteluväli | Keski-arvo | Vaihteluväli |
| Typpi g/kg | 30 - 60 | 42,3 | 31,8 - 56 | 43,6 | 33 - 53,9 | 47,9 | 35,7 - 58,9 |
| Fosfori g/kg | 3 - 10 | 10 | 7,8 - 13 | 11 | 8 - 14 | 9,6 | 7,8 - 12 |
| Kalium g/kg | 25 - 50 | 54 | 31 - 72 | 50 | 36 - 68 | 61 | 55 - 70 |
| Kalsium g/kg | 20 - 60 | 40 | 17 - 63 | 36 | 17 - 53 | 52 | 36 - 71 |
| Magnesium g/kg | 5 - 10 | 12 | 6,9 - 18 | 10 | 6,2 - 14 | 7,0 | 5,3 - 9,1 |
| Rikki g/kg | 3 - 7 | 11 | 9 - 13 | 12 | 9,6 - 13 | 8,8 | 6,9 - 10 |
| Rauta mg/kg | 75 - 200 | 89 | 76 - 110 | 79 | 59 - 90 | 96 | 65 - 120 |
| Boori mg/kg | 30 - 100 | 60 | 35 - 80 | 59 | 41 - 79 | 73 | 39 - 110 |
| Kupari mg/kg | 5 - 15 | 7,4 | 4,4 - 11 | 7,7 | 5,1 - 11 | 5,5 | 3,3 - 8,4 |
| Mangaani mg/kg | 75 - 200 | 68 | 55 - 89 | 100 | 69 - 150 | 220 | 120 - 320 |
| Sinkki mg/kg | 30 - 100 | 56 | 52 - 63 | 61 | 52 - 69 | 39 | 26 - 49 |

LIITE 3 (3/1)

Kasvualusta-analyysin tulokset kasvihuonetomaatin viljelyssä sadonkorjuun päätyttyä, kun lisälannoitusta ei suoritettu. Ohjearvot ovat Viljavuuspalvelu Oy:n esittämiä (Viljavuuspalvelu 1994).

| | Ohjearvo tomaatille | Kasvualustan alaosassa reaktori- kompostoitua kananlantaa | | Kasvualustan alaosassa kananlantarae-turveseosta | |
|-----------------------------|------------------------|--|-------------------|---|-------------------|
| | | Alustan yläosa | Alustan alaosa | Alustan yläosa | Alustan alaosa |
| Happamuus, pH | 5,5 - 6,5 | 7,0 | 6,7 | 7,1 | 6,7 |
| Johdoluku 10 x mS/cm | 5 - 10 | 4,1 | 5,0 | 3,9 | 4,1 |
| Kok. typpi mg/l | - | 1430 | 2700 | 1200 | 2100 |
| <u>Liukoiset ravinteet:</u> | | | | | |
| Typpi, mg/l | 100 -200 ^{*)} | 32 | 38 | 27 | 16 |
| Fosfori, mg/l | 20 - 100 | 120 | 290 | 97 | 310 |
| Kalium, mg/l | 200 - 500 | 40 | 47 | 35 | 50 |
| Kalsium, mg/l | 1000 - 3000 | 2100 | 3200 | 1780 | 2600 |
| Magnesium, mg/l | 200 - 500 | 520 | 500 | 430 | 390 |
| Rikki, mg/l | - | 12 | 30 | 15 | 31 |
| Sinkki, mg/l | - | 18 | 37 | 16 | 39 |
| Mangaani | 1 - 30 | 6 | 20 | 5 | 13 |
| Kupari, mg/l | 1 - 10 | 1,3 | 3,5 | 0,9 | 3,7 |
| Boori, mg/l | 0,3 - 1,8 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 2,5 |

*) Ohjearvo ilmaistu NO₃-typpelle.

Kasvualusta-analyysin tulokset kasvihuonetomaatin viljelyssä viljelykauden päättyessä, kun kasvustoa oli lisälannoitettu (pedin reuna = lisälannoituskohta). Ohjearvot Viljavuuspalvelu Oy:n esittämiä (Viljavuuspalvelu 1994).

| | Ohjearvo tomaatille | Kasvualustassa reaktorikompostoitua kananlantaa | | | Kasvualustassa kananlantarae- turveseosta | | |
|-----------------------------|------------------------|---|-----------------|----------------|---|-----------------|----------------|
| | | Pedin yläosa | Pedin alaosa | Pedin reuna | Pedin yläosa | Pedin alaosa | Pedin reuna |
| Happamuus, pH | 5,5 - 6,5 | 6,5 | 7,2 | 6,1 | 6,7 | 6,8 | 6,5 |
| Johtoluku 10 x mS/cm | 5 - 10 | 8,1 | 5,6 | 33 | 5,6 | 5,2 | 15 |
| Kok. typpi mg/l | - | 2470 | 2890 | 2900 | 1500 | 2150 | 1980 |
| <u>Liukoiset ravinteet:</u> | | | | | | | |
| Typpi, mg/l | 100 -200 ^{*)} | 150 | 65 | 314 | 110 | 93 | 195 |
| Fosfori, mg/l | 20 - 100 | 80 | 810 | 1120 | 280 | 340 | 95 |
| Kalium, mg/l | 200 - 500 | 120 | 85 | 900 | 32 | 49 | 500 |
| Kalsium, mg/l | 1000 - 3000 | 2700 | 3890 | 2900 | 2080 | 2500 | 2930 |
| Magnesium, mg/l | 200 - 500 | 640 | 710 | 760 | 540 | 450 | 670 |
| Rikki, mg/l | - | 52 | 25 | 130 | 42 | 36 | 120 |
| Sinkki, mg/l | - | 40 | 42 | 34 | 17 | 33 | 34 |
| Mangaani | 1 - 30 | 16 | 16 | 27 | 8 | 10 | 16 |
| Kupari, mg/l | 1 - 10 | 2,1 | 3 | 1,8 | 1,5 | 3,5 | 3,4 |
| Boori, mg/l | 0,3 - 1,8 | 1,1 | 1,2 | 1,8 | 0,6 | 0,6 | 1,6 |

^{*)} Ohjearvo sisältää ainoastaan NO_3^- -N.



Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja B 17

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Marraskuu 1998

Tekijä(t)
Metti Salminen

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike

Luonnonmukaisen kasvihuoneviljelytekniikan kehittäminen.
Kenttäkokeet 1996.

Tiivistelmä

Tutkimuksessa verrattiin eri tavoin käsitellyn kananlannan soveltuvuutta luonnonmukaiseen kasvihuoneviljelyyn suunniteltuun kasvualusta- ja lannoitusratkaisuun. Kananlanta oli joko kompostoitu reaktorikompostissa turpeeseen sekoitettuna ja jälkikypsytetty, tai kompostoitu lyhytaikaisesti aumassa ilman seosainetta, kuivattu ja rakeistettu.

Tutkitussa ratkaisussa käytetty kasvualusta koostui turpeesta, kivennäismaasta, kananlannasta ja kalkista. Se oli eristetty pohjamaasta ja sitä oli 54 litraa kasvia kohden viljelykauden alussa. Taavoitteena oli, että kasvualusta sisältää kasvin tarvitsemat ravinteet, eikä kasvustoa lisälannoiteta. Valtaosa ravinteista oli keskitetty tiettyihin kohtiin kasvualustaa suolapitoisuuden hallitsemiseksi. Kasteluveteen ei lisätty ravinteita.

Tutkimus toteutettiin MTT Martensin vihannestutkimusasemalla Närpiössä kenttäkokeilla sekä kasvihuonetomaatilla että kasvihuonekurkulla. Biolan Oy, tutkimuksen yhteistyötaho, vastasi kananlannan käsittelystä ja valmisti kasvialustassa käytetyt seokset.

Kasvihuonetomaatin (Astrid RZ) sadon määrässä ja laadussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa tai kananlantarakkeita. Keskimääräinen kokonaissato oli 24,8–30,8 kg/m² kasvialusta- ja lannoitusvaihtoehdosta (reaktorikompostoitu kananlanta/kananlantarae, ei lisälannoitusta/ lisälannoitus) riippuen. Viljelykauden pituus oli 26.2.–14.10.

Kasvihuonekurkun kokonaissadon määrä oli ensimmäisessä kasvustossa korkeampi, kun käytettiin reaktorikompostoitua kananlantaa, eron ollessa tilastollisesti merkitsevä verrattuna kananlantarakkeilla viljellyn satoon. Toisessa kasvustossa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Keskimääräinen kokonaissato oli viljelykaudella 33,4–35,5 kg/m² kasvialusta- ja lannoitusratkaisusta (reaktorikompostoitu kananlanta/kananlantarae) riippuen. Viljelykauden pituus oli 1.3.–30.9. Ensimmäisessä kasvustossa lajike oli Ventura RZ ja toisessa kasvustossa Flamingo LM.

Avainsanat

lietelanta, nurmisäilörehu, säilöntä, voihappoitiöt

Toimintayksikkö

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Puutarhatuotanto,
Vihannestutkimusasema, Vasavägen 1615, 64610 Övermark

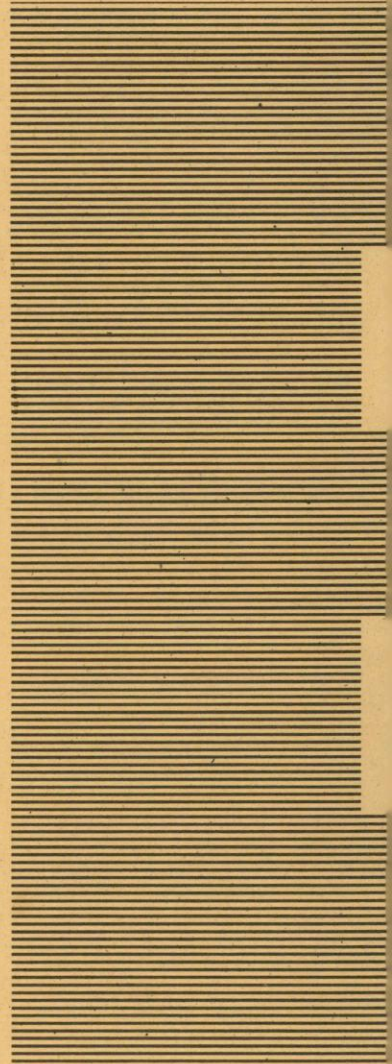
ISSN 1238-9943
ISBN 951-729-527-8

Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN
Puhelin (03) 4188 7502
Telekopio (03) 4188 339

Sivuja
47 s. + 3 liitettä

Hinta



Vammalan Kirjapaino Oy 1998
ISBN 951-729-527-8
ISSN 1238-9943