



# Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla

Viljely, teknologia ja talous

Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta,  
Timo Karhula, Elina Muuttomaa, Pia Outa, Mika Peltonen,  
Janne Pulkkinen, Elisa Tikanmäki ja Tapio Salo



Maa- ja elintarviketalous 46  
134 s., 3 liitettä

# **Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla**

**Viljely, teknologia ja talous**

Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, Timo  
Karhula, Elina Muuttomaa, Pia Outa, Mika Peltonen, Janne  
Pulkkinen, Elisa Tikanmäki ja Tapio Salo

ISBN 951-729-849-8 (Painettu)  
ISBN 951-729-850-1 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf)

Copyright

MTT

Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, Timo Karhula,  
Elina Muuttomaa, Pia Outa, Mika Peltonen, Janne Pulkkinen,

Elisa Tikanmäki ja Tapio Salo

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2004

Kannen kuva

Kalle Hoppula, MTT

Painopaikka

Dark Oy

# Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla – viljely, teknologia ja talous

Terhi Suojala<sup>1)</sup>, Kalle Hoppula<sup>1)\*</sup>, Kalle Kankaanhuhta<sup>2)</sup>, Timo Karhula<sup>2)</sup>,  
Elina Muuttomaa<sup>3)</sup>, Pia Outa<sup>2)</sup>, Mika Peltonen<sup>3)</sup>, Janne Pulkkinen<sup>4)</sup>,  
Elisa Tikanmäki<sup>5)</sup> ja Tapio Salo<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Puutarhatuotanto, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, [terhi.suojala@mtt.fi](mailto:terhi.suojala@mtt.fi), [kalle.hoppula@mtt.fi](mailto:kalle.hoppula@mtt.fi)

<sup>2)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, [timo.karhula@mtt.fi](mailto:timo.karhula@mtt.fi), [pia.outa@mtt.fi](mailto:pia.outa@mtt.fi)

<sup>3)</sup>Työtehoseura, Maatalousosasto, PL 13, 05201 Rajamäki, [elina.muuttomaa@tts.fi](mailto:elina.muuttomaa@tts.fi), [mika.peltonen@tts.fi](mailto:mika.peltonen@tts.fi)

<sup>4)</sup>Kemira GrowHow Oy, PL 900, 00181 Helsinki, [janne.pulkkinen@kemira-growhow.com](mailto:janne.pulkkinen@kemira-growhow.com)

<sup>5)</sup>Saarioisten Säilyke Oy, Isoniementie 76, 36420 Sahalahti, [elisa.tikanmaki@saarioinen.fi](mailto:elisa.tikanmaki@saarioinen.fi)

<sup>6)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)

\* Nykyinen osoite: MTT, Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema, Antinniementie 1, 41330 Vihtavuori

## Tiivistelmä

Kasvien riittävä veden saanti on hyvän ja laadukkaan sadon edellytys puutarhatuotannossa. Kastelu on tarpeen useimpina vuosina, mutta sen mahdollisuuksia ei ole täysin hyödynnetty. Tihkukastelu on yleistynyt suomalaisilla puutarhatiloilla nopeasti. Tässä tutkimuksessa pyrittiin ohjeistamaan marjakasvien ja avomaankurkun tihkukastelua ja siihen liitettyä kastelulannoitusta, kokoamaan tietoa kastelutekniikoista ja niiden työnmenekistä sekä arvioimaan tihkukastelun taloudellisuutta.

MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä tutkittiin tihkukastelun ja siihen liitetyn kastelulannoituksen soveltamista avomaankurkun, mansikan, mustaherukan ja vadelman viljelyyn. MTT taloustutkimuksessa selvitettiin tihkukastelumenetelmän taloudellisuutta. Työtehoseurassa tutkittiin eri kastelumenetelmien työnmenekkiä ja koottiin niihin liittyvää tietoutta.

Tulosten mukaan kaikki koekasvit vadelmaa lukuunottamatta hyötyivät tasaisesti maan kosteudesta, joka saavutettiin aloittamalla kastelu, kun maan kosteutta mittaavat tensiometrit osoittivat noin -150–300 hPa:n imua. Vadelma kärsi talvivaurioita, kun maa pystyi jatkuvasti kosteana. Kastelulannoituksesta saatiin marjakasveilla hyviä tuloksia. Kurkun lannoitukseen kastelulannoitusta hyödyntäen laadittiin suositukset.

Käytännön työnmenekissä on suuri vaihtelu, koska tihkukastelulaitteiston kokoamiseen ja purkamiseen käytettävät koneet ovat enimmäkseen itse tehtyjä. Laitteiston asennuksessa tarvitaan viljelijäperheen lisäksi ammattitaitoista,

usein ulkopuolista työvoimaa. Tihkukastelu lisää yrityksen tuotantokustannuksia, mutta laskee kustannuksia satokiloa kohden, mikäli tihkukastelulla saadaan suurempi sato. Satotasojen tulisi olla tihkukastellussa tuotannossa varsin korkeita, jotta tuotanto olisi kannattavaa. Mansikalla kannattavan tuotannon satoraja on noin 8-9 t/ha, herukalla 6-9 t/ha ja avomaankurkulla 55 t/ha.

---

*Avainsanat: kastelu, lannoitus, avomaankurkku, mansikat, mustaherukka, vadelma, talous, tihkukastelu, tuotantokustannukset, työnmenekki*

---

# Drip irrigation and fertigation of horticultural crops in field – production, technology and economy

Terhi Suojala<sup>1)</sup>, Kalle Hoppula<sup>1)\*</sup>, Kalle Kankaanhuhta<sup>2)</sup>, Timo Karhula<sup>2)</sup>,  
Elina Muuttomaa<sup>3)</sup>, Pia Outa<sup>2)</sup>, Mika Peltonen<sup>3)</sup>, Janne Pulkkinen<sup>4)</sup>,  
Elisa Tikanmäki<sup>5)</sup> and Tapio Salo<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Horticulture, Toivonlinnantie 518, FIN-21500 Piikkiö, Finland, [terhi.suojala@mtt.fi](mailto:terhi.suojala@mtt.fi), [kalle.hoppula@mtt.fi](mailto:kalle.hoppula@mtt.fi)

<sup>2)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland, [timo.karhula@mtt.fi](mailto:timo.karhula@mtt.fi), [pia.outa@mtt.fi](mailto:pia.outa@mtt.fi)

<sup>3)</sup>Work Efficiency Institute, P.O. Box 13, FIN-05201 Rajamäki, Finland, [elina.muuttomaa@tts.fi](mailto:elina.muuttomaa@tts.fi), [mika.peltonen@tts.fi](mailto:mika.peltonen@tts.fi)

<sup>4)</sup>Kemira GrowHow Oy, P.O. Box 900, FIN-00181 Helsinki, Finland, [janne.pulkkinen@kemira-growhow.com](mailto:janne.pulkkinen@kemira-growhow.com)

<sup>5)</sup>Saarioisten Säilyke Oy, Isoniementie 76, FIN-36420 Sahalahti, Finland, [elisa.tikanmaki@saarioinen.fi](mailto:elisa.tikanmaki@saarioinen.fi)

<sup>6)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Soils and environment, FIN-31600 Jokioinen, Finland, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)

\*Present address: MTT Agrifood Research Finland, Laukaa Research and Elite Plant Unit, Anttiniementie 1, FIN-41330 Vihtavuori, Finland

## Abstract

Adequate water supply is a prerequisite for a high yield of good quality. Most years, irrigation is needed in open field cultivation, but its potential has not been fully utilized. Drip irrigation has become more common on Finnish farms. The aim of this research project was to establish guidelines for the use of drip irrigation and fertigation of certain berry crops and pickling cucumber, to assess the work demand of different irrigation methods and to evaluate the economy of drip irrigation.

MTT Horticulture carried out drip irrigation and fertigation trials on pickling cucumber, strawberry, black currant and raspberry, while MTT Economic Research analysed the economy of drip irrigation. Work Efficiency Institute investigated the work demand of various irrigation methods and collected related information.

All the plants in study, except raspberry, benefited from high soil moisture content, which was achieved by starting irrigation when tensiometres indicated suction of -150 to -300 hPa. Raspberry sustained winter damage if the soil moisture content was constantly high. Fertigation was beneficial in berry crops. On the basis of the results, recommendations were provided for the fertilisation of pickling cucumber.

There is large variation in work demand on individual farms because the equipment is mostly self-made. Installation of a drip irrigation system requires skilled and often employed labour. Use of drip irrigation increases production costs per farm but costs per kg of yield are lowered provided that the yields actually increase with drip irrigation. Yields should be relatively high in order for the production to be profitable. The limit of yield for profitable production is 8-9 t/ha for strawberry, 6-9 t/ha for black currant and 55 t/ha for pickling cucumber.

---

*Key words: black currant, economy, irrigation, fertilization, pickling cucumber, production costs, raspberry, strawberry, work demand*

---

# Alkusanat

Tihkukastelu on yleistynyt suomalaisilla puutarhatiloilla nopeasti. Eniten tihkukastelua hyödynnetään mansikkaviljelmillä, mutta myös muilla marja- ja hedelmäkasveilla menetelmä on yleistynyt. Vihannesviljelyssä tihkukastelua käytetään erityisesti avomaankurkkua viljeltäessä. Uusi menetelmä tuo tullessaan runsaasti avoimia kysymyksiä, joihin haettiin vastauksia vuosina 2001-2003 toteutetussa tutkimuksessa ”Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana avomaalla”.

Tutkimuksen taustalla oli tarve lisätä ja varmentaa niin avomaankurkun kuin marjakasvien satoa. Sadon määrän ja laadun kannalta lannoitus ja kastelu ovat keskeisiä tekijöitä, ja niiden käyttö vaikuttaa myös ympäristöön. Mansikan tihkukastelusta oli saatu jo aiemmin lupaavia tuloksia MTT puutarhatuotannon kokeissa Piikkiössä. Myös muiden marjakasvien viljelyssä menetelmää oli koeoloissa käytetty, mutta varsinaisia koetuloksia ei ollut Suomesta saatavissa. Kustannuksiltaan varsin kalliin kastelumenetelmän taloudellisuudesta ei ollut selvää käsitystä, ja tiedot tekniikan käytöstä olivat hajallaan.

Tihkukastelun yleistymisen kynnyksellä aloitettiin Maa- ja metsätalousministeriön, MTT:n, Kemira GrowHow'n ja Elintarviketeollisuusliiton Vihannes-säilyketeollisuusyhdistyksen rahoittama kolmivuotinen tutkimushanke. Hankkeen tavoitteena oli kehittää avomaankurkun ja marjakasvien kastelu- ja lannoitusohjelmia, tutkia tihkukastelun työnkäyttöä ja taloudellisuutta sekä koota yhteen kastelutekniikoita koskevaa tietoa. Hanke koostui kolmesta osasta: MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä tutkittiin tihkukastelun ja siihen liitetyn kastelulannoituksen soveltamista avomaankurkun, mansikan, mustaherukan ja vadelman viljelyyn. MTT taloustutkimuksessa selvitettiin tihkukastelumenetelmän taloudellisuutta. Työtehoseurassa tutkittiin eri kastelumenetelmien työnmenekkiä ja koottiin kastelumenetelmiin liittyvää tietoutta kasteluoppaaseen.

Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat puheenjohtajana Sanna-Liisa Taivalmaa (vuonna 2002 Seija Ahonen) ja Markku Järvenpää Maa- ja metsätalousministeriöstä, Elisa Tikanmäki Saarioisten Säilyke Oy:stä, Janne Pulkkinen Kemira GrowHow Oy:stä, Mika Virtanen MTK:sta, Pauliina Palonen Helsingin yliopistosta ja Mikko Rahtola Puutarhaliitosta. Parhaat kiitokset ohjausryhmälle aktiivisuudesta ja mielenkiinnosta tutkimusta kohtaan. Ohjausryhmän jäsenistä Elisa Tikanmäki ja Janne Pulkkinen osallistuivat kiinteästi koko tutkimuksen ja kenttäkokeiden suunnitteluun, mistä heille lämpimät kiitokset.

Suuret kiitokset kuuluvat MTT puutarhatuotannon vihannesteimille sekä hedelmä- ja marjatiimille, jotka ahkerasti ja huolellisesti hoitivat kokeet alusta loppuun. Erityiskiitokset kuuluvat kurkkukokeiden toteutuksesta vastanneelle



tutkimusmestari Hanna Kairikolle sekä marjakokeista vastanneille tutkimusapulainen Tuija Lehdelle sekä tutkimusmestari Arto Ylämäelle. Haluamme kiittää myös kurkkukokeista vuosina 2000 ja 2003 pro gradu -työnsä tehneitä MMM Riitta Peräistä ja mmyo Riikka Keskistä sekä mansikan kastelukokeesta vuonna 2002 opinnäytetyönsä tehnyttä puutarhuri Marja Perkoa ahkerasta ja innostuneesta osallistumisesta työhön. Ravinneanalyysien tekemisestä kiitämme MTT:n maaperä ja ympäristö -vastuualueen tutkimusmestari Leena Mäkäräistä.

MTT taloustutkimus haluaa kiittää lämpimästi tutkimuksessa mukana olleita marja- ja vihannestiloja. Ilman heidän panostaan kustannus- ja työnkäyttötietojen kirjaamisessa ja luovuttamisessa tutkijoiden käyttöön olisi talousosion suorittaminen ollut hankalaa. Samoin Työtehoseura haluaa kiittää niitä tiloja, joilla saimme selvittää erilaisten kastelumenetelmien vaatimia työaikoja.

Helmikuussa 2004,

Tekijät

# Sisällysluettelo

Avomaan kastelumenetelmien työnkäyttö, <i>Elina Muuttomaa &amp; Mika Peltonen</i> .....	10
Avomaankurkku hyötyy tihkukastelusta, <i>Terhi Suojala, Tapio Salo, Janne Pulkkinen &amp; Elisa Tikanmäki</i> .....	30
Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus, <i>Kalle Hoppula, Tapio Salo &amp; Janne Pulkkinen</i> .....	64
Tihkukastelun vaikutus mansikan, herukan ja avomaankurkun viljelyn talouteen, <i>Pia Outa, Timo Karhula &amp; Kalle Kankaanhuhta</i> .....	106

# Avomaan kastelumenetelmien työnkäyttö

Elina Muuttomaa ja Mika Peltonen

Työtehoseura, Maatalousosasto, PL 13, 05201 Rajamäki, [elina.muuttomaa@tts.fi](mailto:elina.muuttomaa@tts.fi),  
[mika.peltonen@tts.fi](mailto:mika.peltonen@tts.fi)

## Tiivistelmä

Veden merkitys on sadonmuodostuksessa merkittävä, ja oikea-aikaisella kastelulla voidaan saada huomattava sadonlisä. Avomaantuotannossa voidaan käyttää eri kastelumenetelmiä, mutta esimerkiksi hallasadetuksessa on pääl-täkastelu ainoa vaihtoehto.

Kastelumenetelmän valintaan vaikuttaa viljelykasvi, mutta tihkukastelu on jo olennainen osa nykyaikaista mansikan- ja omenantuotantoa sekä avomaan-kurkun viljelyä. Tihkukastelun etuna on tasainen kastelutulos, jossa vesi saa-daan lähelle juuristoa. Vedentarve on pieni ja kastelun mukana on mahdollis-ta lisätä lannoitetta. Kastelutarve voidaan määrittää tarkasti kosteusmittareiden avulla. Tihkukastelun perusinvestointi on kallis ja vaatii onnistuakseen huolellista suunnittelua.

Työtehoseuran tutkimuksessa selvitettiin tilatutkimuksella eri avomaantuotan-nossa käytettävien kastelumenetelmien työnmenekkiä: tihkukastelun lisäksi tutkimuksessa oli mukana myös sadetuskoneet ja -kalustot. Vuosien 2001–2003 aikana mitattiin eri työvaiheisiin kuluneita työaikoja 7 tilalla.

Työnormit laskettiin kahden hehtaarin (100 m x 200 m) peruslohkolle hehtaa-ria, 100 metriä tai kertaa kohti. Asennustyössä kuluu suhteellisen paljon työ-aikaa, ja hyvin moni tihkukastelujärjestelmän rakentamisen työvaihe vaatii 2–3 henkilön työpanoksen. Varsinkin vedensiirtolinjojen rakentaminen ja tihkuletken asentaminen kasteltavalle lohkolle vie aikaa. Suunnitteluvai-heessa kannattaa harkita, riittääkö rakentamisvaiheessa oma ammattitaito ja koneet vai turvaudutaanko ammattiasentajiin. Tihkukastelujärjestelmä on melko uusi ja tiloilla käytetään paljon itse tehtyjä koneita, mikä lisäsi työ-aikojen vaihtelua tilojen välillä.

---

*Avainsanat: työnmenekki, puutarhatuotanto, tihkukastelu, sadetus, kastelu-menetelmät*

---

## Johdanto

Suomessa kastelun tarve johtuu lähinnä alkukesän sadannan vajauksesta sateisen kauden painottuessa loppukesään ja syksyyn, jolloin sateiden ajoittuminen ei vastaa kasvuvaiheen vedentarvetta. Puutarhatuotannossa muutamilla lajeilla tarvitaan lisäksi kastelua hallantorjuntaan. Suomessa kastelun käyttäminen ei aiheuta ongelmia, sillä vettä käytetään hyötytarkoituksiin vain 2 % kokonaisvirtaamasta (Pajula & Triipponen 2003). Paikallisesti kasteluveden saatavuus voi toki tulla ongelmaksi, jos lähistöllä ei ole pintavettä tai kastelun tarve ylittää käytettävissä olevan raakaveden määrän.

Kastelua käytetään ehkä eniten puutarha- ja erikoiskasvituotannossa. Viimeisen maatalouslaskennan mukaan (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2002) Suomessa oli kasteltavaa maatalousmaata 88 000 hehtaaria, joista suhteellisesti eniten sijaitti Ahvenanmaalla (33,9 %). Mannermaalla eniten kastelulaitteita oli Varsinais-Suomessa (22 %). Keskimäärin kastelulaitteet oli käytössä 8,6 %:lla kaikista tiloista.

Kasvi tarvitsee vettä yhteyttämistuotteiden ja ravinteiden kuljetukseen, solupaineen ylläpitoon ja fotosynteesiin. Veden merkitys on sadonmuodostuksessa merkittävä: kilo kuiva-ainetta vaatii jopa 50–3 000 kiloa vettä (Voipio 2001).

Kastelumenetelmän valintaan vaikuttaa viljelykasvi. Avomaantuotannossa voidaan käyttää eri kastelumenetelmiä. Joissakin tilanteissa, kuten hallasade-tuksessa, on päältäkastelu sektorisadettimilla ainoa vaihtoehto. Satunnaiseen käyttöön sopivat sadetuskoneet.

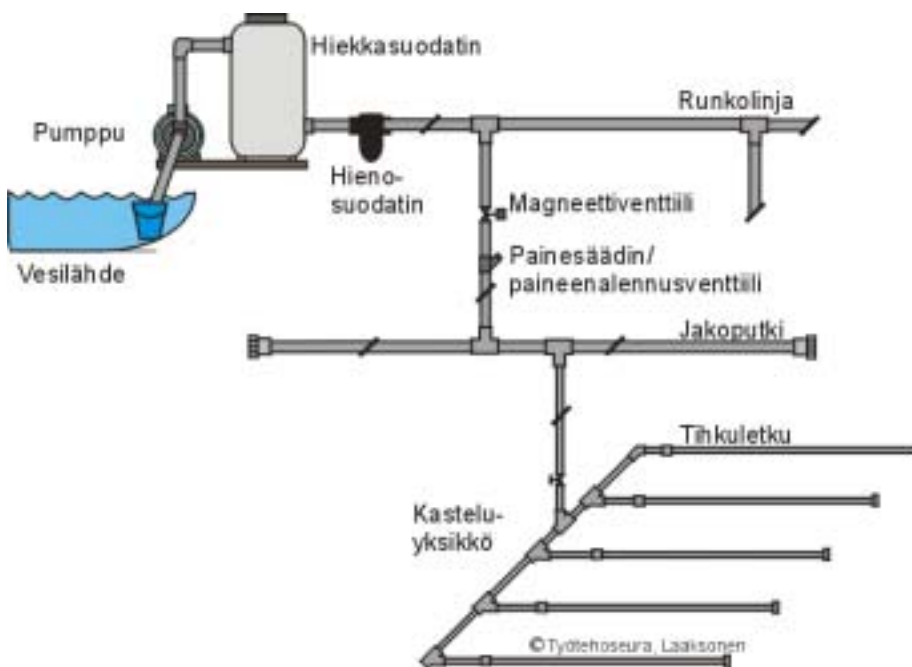
Suurinta osaa vihanneksista kastellaan toistaiseksi tarvittaessa eli istutuksen ja kylvön jälkeen ja kuivina kausina. Poikkeuksena on avomaankurkku, jolle yleisesti käytetään tihkukastelua. Tihkukastelu on olennainen osa nykyaikasta mansikan- ja omenantuotantoa. Sitä käytetään myös kesäkurpitsan ja sokerimaissin tuotannossa sekä viheralueilla istutusten kastelussa. Tihkukastelu voisi olla käyttökelpoinen myös salaattien, yrttien ja mausteiden viljelyssä.

Tihkukastelu on investointina mittava. Se suunniteltava huolellisesti etukäteen, jotta vältyttäisiin virheiltilä ja saataisiin menetelmästä paras hyöty.

Työtehoseuran tutkimuksen tarkoitus oli selvittää tihkukastelun työnmenekkejä laitteiston asennuksesta sen purkuun. Lisäksi täydennettiin muiden perinteisten kastelumenetelmien työnmenekkejä. Raportin alussa on lyhyesti esitelty tihkukastelun toimintaperiaate.

## Tihkukastelu avomaalla

Avomaan tihkukastelussa käytetään paljolti samoja laitteita kuin kasvihuoneiden tihku- ja tippukastelussa. Tihkukastelussa saadaan tasainen kastelu, jos suuttimien välimatka letkussa on viljelykasville sopiva. Veden mukana annetut ravinteet helpottavat ja tarkentavat lannoitusta. Veden tarve on pienempi kuin päällekkastelussa, koska vettä ei haihdu ilmaan ja vain osa pellon pinta-alasta kastellaan. Lehdistö pysyy kuivana, mikä vähentää tautiriskiä (Kuva 1).



Kuva 1. Tihkukastelujärjestelmän kaavio. Kasteltavat peltolohkot jaetaan vesimäärältään tasaisiin kastelu-yksiköihin. Lannoiteannostelijan sijaintiin vaikuttavat viljeltävien lajien määrä ja käytettävä lannoitus. Lannoiteannostelijan jälkeen suositellaan vielä hienosuodatinta poistamaan mahdolliset sakkautumat ja liukenematon lannoite. (Piirros Kaija Laaksonen)

## Tarvittavan veden määrä vaihtelee

Tihkukastelu ei kastele maata tasaisesti, vaan pistemäisesti suuttimen ympäriltä. Tasaisin kastelutulos saadaan, jos suuttimen vedentuotto on pieni. Silloin maa kastuu hitaasti eikä esimerkiksi huuhtelee maasta ravinteita. Kuivassa savimaassa vesi valuu helposti halkeamia pitkin maahan (Dasberg & Bresler 1985).

Maalaji vaikuttaa siihen, millainen on maaperän vedenläpäisy nopeus eli miten vesi liikkuu alaspäin ja sivusuunnassa. Mitä karkeampi maalaji on, sitä nopeammin vesi kulkeutuu alaspäin. Siksi karkeille maille käytetään pienempiä kerta-annoksia, jotta vettä ja varsinkaan lannoitetta ei pumpattaisi enempää kuin maaperä pidättää. Hieta-, hiesu ja savimailla maa kostuu matalalta ja vesi leviää sivusuunnassa. Myös maaperässä olevat tiivistymät ohjaavat vettä sivusuuntaan (Dasberg & Bresler 1985).

Muovikatteen alta on melkein mahdotonta arvioida riittävän kastelun määrää, joten kastelutarpeen määrittämisen apuna käytetään kosteusmittareita. Kiihkeimmän kasvun ja sadonmuodostuksen aikaan maan kosteutta seurataan jopa päivittäin, muina aikoina kaksi kertaa viikossa (Pulkinen & Hiltunen 2003).

Perinteisissä kastelumenetelmissä vesimäärä lasketaan millimetreinä hehtaarille. Tihkukastelussa on helpompaa käyttää mitoituksena litraa tainta kohden, koska koko pinta-alaa ei kastella. Tarvittava vesimäärä mitoitetaan niin, että koko ala voidaan kastella yhden vuorokauden aikana. Hallanaroilla lajeilla huomioidaan hallasadetuksen vaatima vesimäärä myös pumppua ja runkolinjaa valittaessa.

Kun kastelussa käytetään tihkukastelua, jaetaan pelto vesimäärältään mahdollisimman tasaisesti lohkoihin. Jos samalla lohkolla kasvaa eri lajikkeita, mitoitetaan kastelu ja lannoitus vaativimman lajikkeen mukaan.

Kasvun alussa, kun juuristo on vielä pieni, kerta-annokset ovat pienempiä. Kuitenkin riittävän isoilla kerta-annoksilla varmistetaan, että juuristo leviää laajalle. Liian pieneksi jäänyt ja maan pinnan lähellä oleva juuristo on arka kuivuudelle. Omenapuilla ja marjapensailla on vaarana myös kaatuminen, jos pieneksi jäänyt juuristo ei kiinnitä kasvia riittävän hyvin maahan.

## **Kasteluveden laadulla merkitystä**

Suomessa käytetään kasteluun lähinnä pintavettä eli joki- ja järvivesiä tai erilaisiin kastelualtaisiin kerättyä vettä. Pintavedet ovat hygieeniseltä laadultaan yleensä hyviä, mutta melkein aina vedessä on humusta, levää ja erilaisia roskia.

Pintavesiin saattaa päästä jätevesiä ja erilaisia valumia. Veden hygieenistä laatua alentaa mm. ulosteperäiset bakteerit, joista tärkeimmät ovat *Escherichia coli* sekä enterokokit eli fekaaliset streptokokit. Ne voisivat varsinkin mansikan ja lehtivihannesten päällekastelussa saastuttaa satoa, mitä on tapahtunut ulkomailla.

Jos pintavettä ei ole riittävästi saatavilla, vaihtoehto – tosin usein kallis – on pohjaveden käyttäminen. Se on yleensä laadultaan erinomaista, vaikka paikoittain siinä voi olla rautaa, mangaania tai kalkkia. Ne tukkivat suuttimia ja ohuita letkuja. Veden sisältämät kemialliset aineet voivat saostua esimerkiksi lannoitteita lisättäessä. Tihkukastelulaitteisto on herkkä erilaisille veden epäpuhtauksille, joten veden mineraalit on tarvittaessa saostettava ja suodatettava pois.

Tihkukastelulaitteisto vaatii ainakin hiekkasuodattimen käyttöä. Se poistaa humuksen, muut kiinteät aineet ja osan mikrobeista, mutta ei poista esimerkiksi rautaa eikä kalkkia.

Hienosuodatin, tavallisesti lamelli- tai verkkosuodatin, poistaa loputkin veden epäpuhtaudet ja varmistaa, että suuttimet pysyvät auki. Hienosuodatinta tarvitaan, kun käytetään lannoiteannostelijaa. Siihen jää mm. sulamaton lannoite tai saostumat. Hienosuodattimen jälkeen asennetaan paineenalennusventtiili, jolla paine säädetään kastelulohkolle tihkuletkutyypille sopivaksi.

Lannoiteannostelija (-injektori) syöttää liuoslannoitetta kasteluveden joukkoon. Annostelija imee ravinneliuoksen avoimesta astiasta ja annostelee kasteluveteen. Lannoitteen annostelua eli sopivaa väkevyyttä seurataan johtokymmittarilla tihkuletkun suuttimista tulevasta vedestä.

## **Tihkuletkuja eri tarkoituksiin**

Tihkuletkut ovat yleisimmin mustaa PE-muovia, mutta myös PVC-muovia käytetään. Suuttimen kapasiteetti ilmoitetaan litraa/tunti/suutin tai litraa/tunti/100 m. Suuttimien välimatka vaihtelee ja sopiva letku valitaan viljelykasvin vedentarpeen mukaan. Käyttövuosien määrä vaikuttaa siihen, mikä on seinämävahvuudeltaan sopiva letku. Yhden vuoden käyttöön tai kertakäyttöisenä letkuna seinämän paksuus alkaa 0,1 millimetristä. Monivuotiseen käyttöön tarkoitetun letkun seinämän paksuus on vähintään 0,65 mm. Puiden ja pensaiden kasteluun tarkoitetun pysyvän letkun seinämän paksuus on vähintään 1 mm.

Tihkuletkut levitetään tavallisesti yhdessä muovin tai mansikkakankaan kanssa. Monivuotisilla kasveilla tihkuletkun hautaaminen muutaman sentin syvyyteen vähentää myyrien aiheuttamia vahinkoja. Kuumen ilman aiheuttama lämpölaajeneminen on myös vähäisempää. Tihkuletkut liitetään jakolinjaan erilaisilla lähtöliittimillä.

Suuttimet ovat yleensä valmiiksi kiinni letkussa, mutta jäykkiin ja paksuihin putkiin niitä voi myös asentaa jälkikäteen esimerkiksi omenapuille, kun niiden veden tarve kasvaa iän myötä.

Itsepuhdistuvat suuttimet työntävät mahdollisesti niihin kertyneen lian pois, kun vedenpaine laskee. Suuttimen sisärakenne on labyrinttimainen, jolloin vesi virtaa pyörteisesti ja huuhtelee samalla pois epäpuhtauksia. Ennen labyrinttiä oleva suodinosa estää isompien partikkelien pääsyn suuttimeen. Veden ulostuloaukko on muotoiltu niin, että esimerkiksi juuret eivät pääse kasvaamaan sen sisään (Kuva 2)



Kuva 2. Tihkuletkun suuttimen rakenne vaihtelee eri valmistajilla ja malleilla. Labyrinttimainen rakenne virtauttaa vettä niin, että mahdolliset epäpuhtaudet poistuvat eivätkä jää tukkimaan suutinta. (Piiros Elina Muuttomaa)

Jos lohko on tasainen ja korkeuserot ovat alle 2 metriä, letkun valintaan vaikuttaa rivin pituus. Korkeuserojen kasvaessa vaatimukset putkelle kasvavat. Paineentasaava tippukasteluletku sopii hyvin mm. taimistoille tai omenatarhoihin, joissa putki joko ripustetaan maan pinnan yläpuolelle tai se makaa esimerkiksi taimiruukkujen pinnalla.

Painekompensoitu eli paineentasaava suutin aukeaa, kun paine nousee ja sulkeutuu, kun paine laskee. Kastelu on tasaista, vaikka paine vaihtelee, maasto on epätasainen tai kastelulinja pitkä. Kastelu myös alkaa ja loppuu samanaikaisesti koko järjestelmässä, eikä jää tippumaan. Painekompensoitu suutin toimii aina 10 metrin korkeuseroihin asti.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää eri avomaatuotannossa käytettävien kastelumenetelmien työnmenekkiä. Varsinainen tutkimus käsitti vain tihkukastelumenetelmän, mutta Työtehoseuran osuudessa päivitettiin samalla aikaisemmin, 1970-luvulla tehtyjä työntutkimuksia (Nissi & Mälkiä 1974). Työnmenekit selvitettiin tihkukastelun lisäksi sekä sadetuskoneiden että sadetuskaluston käytöstä.

Avomaan erilaisten kastelumenetelmien työnmenekit selvitettiin tilatutkimuksella. Eri työvaiheisiin kuluneita työaikoja kelloitettiin seitsemällä tilalla kasvukausien 2001–2003 aikana. Tihkukastelun työnmenekit selvitettiin mansikka-, herukka- ja avomaankurkkulohkoilta. Lisäksi vierailtiin mm. porkkanaa, perunaa ja kaalia tuottavilla tiloilla. Sopivia tiloja kysyttiin mm. neuvoijilta ja tuottajajärjestöiltä. Käytännön syistä tilat valittiin lähinnä eteläisestä Suomesta.



# Tulokset ja tulosten tarkastelu

## Työmenetelmien kuvaus

### Tihkukastelu

#### *Tihkuletkun asennus/levitys*

Kurkulla ja mansikalla tihkuletku asennetaan muovikatteen levityksen yhteydessä maan pinnalle muovikatteen alle. Tihkuletkun asennusta varten muovikatteen levityksessä käytettävään koneeseen tarvitaan letkurullalle teline, josta tihkuletku rullautuu maan pinnalle (Kuva 3). Käytännön mittausten mukaan tihkuletkun asennus hidastaa muovikatteen levitystä noin 15 %. Ylimääräinen työ aiheutuu suurimmaksi osaksi päisteessä tehtävästä liitännätyöstä. Muovikatteen levityksessä työkoneen nopeus on 3–4 km/h. Yhdessä muovikaterullassa on 750 m muovia, joten 1,5 metrin rivivälillä tarvitaan noin 9 rullanvaihtoa hehtaarilla. Vastaavasti tihkuletkurullassa on noin 5000 metriä letkua, joten tihkuletkukela on vaihdettava keskimäärin 1,3 kertaa hehtaarilla.



Kuva 3. Avomaankurkulla tihkuletkun asentaminen tehdään yhdessä muovikatteen levityksen kanssa. Työssä avustava henkilö tarkkailee työkoneen toimintaa ja avustaa päisteessä tihkuletkun liitostöissä. (Kuva Mika Peltonen)

Herukalla ja vastaavan tyyppisillä kasveilla tehdään pelkkä tihkuletkun asennus. Tihkuletku upotetaan herukalla maahan noin 10 cm:n syvyyteen ja 20-25 cm:n päähän taimirivistä. Herukalla työkoneessa tarvitaan asennusvannas, joka tekee sopivan syvyyden uran tihkuletkulle. Tihkuletku siirryy kelalta vantaan tekemään uraan ja multa-asennusvannas peittää letkun. Tutkituilla tiloilla ei ollut käytössä tehdasvalmisteisia asennuskoneita, vaan työ tehtiin viljelijöiden omatekoisilla koneilla. Esimerkiksi yhdellä työntutkimustilalla käytettiin asennukseen traktorin takalanasta tehtyä työkonetta.

Tihkuletkun asennus aloitetaan kiinnittämällä päisteessä tihkuletku maahan. Kiinnittäminen tapahtuu jalalla painaen toisen henkilön avulla. Työkoneen alkaessa liikkua riviä pitkin, avustava henkilö pitää kiinni tihkuletkusta niin pitkään, kunnes letku ei enää pyri kulkeutumaan eteenpäin. Muovin alle tehtävässä pinta-asennuksessa tihkuletku kulkeutuu herkemmin työkoneen mukana kuin upotettaessa tihkuletku maahan.

Toisessa päässä riviä tihkuletku katkaistaan ja tihkuletkun päähän asennetaan suojatulppa, jotta maa-aineista ei pääse kulkeutumaan letkun sisään. Jakolinjaan asennusta varten tihkuletkua jätetään vapaaksi riittävältä pituudelta. Tihkuletkun asennus vaatii vähintään kahden henkilön työryhmän, jossa toinen toimii traktorin kuljettajana ja toinen asennustyötä avustavana henkilönä.

### ***Jakolinjan rakentaminen ja tihkuletkun liittämisen***

Tihkukastelua varten tarvitaan lohkon päähän veden siirtoon jakolinja. Jakolinja on 60–80 mm:n muoviputkea, johon tihkuletkut liitetään erillisellä liittimellä (Kuva 4). Jakolinjaputki upotetaan tavallisesti maahan päisteessä riittävän syväälle, jotta työkoneilla voidaan ajaa putkilinjan ylitse esimerkiksi korjuuaikana. Jakoputken upottamiseen voidaan käyttää kyntöauraa tai takalanaa. Upotussyvyys on noin 10–20 cm. Jakolinja voidaan kaivaa myös käsin lapiolla.

Tihkuletkujen liittäminen jakolinjaan tapahtuu erillisen liitoskappaleen avulla käsityönä. Aluksi tihkuletkulle tehdään ura riviltä jakolinjalle. Jakolinjaan tehdään reikä liitoskappaletta varten joko käsikäyttöisellä tai akkuporalla ja tihkuletku liitetään putkeen. Lopuksi jakolinja ja tihkuletku peitetään riittäväällä kerroksella kivetöntä maa-ainesta.



Kuva 4. Tihkuletku liitetään päisteessä olevaan jakolinjaan liittimen avulla. Huolellinen liitostyö vähentää toimintahäiriöitä ja myöhempää paikkaustyön tarvetta. (Kuva Elina Muuttomaa)

### *Tihkuletkun poistaminen maasta satokauden jälkeen*

Tihkuletku joudutaan keräämään pois maasta satokauden jälkeen, koska se ei maadu. Tihkuletku voidaan poistaa maasta kyntämällä maata auralla ja keräämällä letku pois käsin. Mikäli tihkuletkua käytetään uudestaan seuraavana vuonna, tulee letku kerätä ehjänä maasta. Erityisesti muovikatteen alta tihkuletku kerätään pois, jolloin työ tehdään katemuovin poiston yhteydessä. Ehjä letku kerätään kelalle rullalle joko käsin tai kelauskoneen avulla. Kelalla tihkuletku on valmiina käytettäväksi myös seuraavana satokautena.

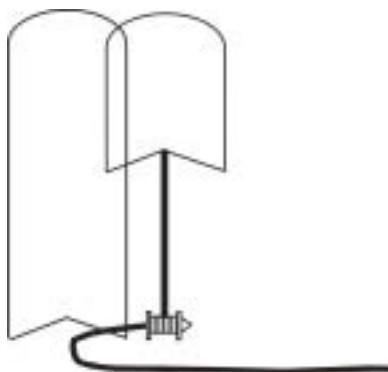
### *Siirtoputken kokoaminen*

Veden kuljetusta varten vaaditaan lisäksi erillinen siirto- tai runkolinja pumpulta jakolinjalle. Siirtolinja voidaan rakentaa maanalaisena tai -päällisenä. Maanalainen letku on yleensä 75–100 mm:n muoviputkea. Muoviputkea varten tehdään kaivinkoneella oja, johon putki lasketaan ja oja täytetään. Maanpäällinen siirtolinja voidaan tehdä joko toisiinsa liitettävistä määrämittäisistä metalliputkista tai yhtenäisestä putkesta tai letkusta. Maanpäällinen siirtolinja kerätään ennen talven tuloa pois. Putkien siirtotyössä ja levityksessä käytetään apuna perävaunua.

## Sadetuskoneiden siirrot

Sadetusta tehdään käsin siirrettävällä sadetuskalustolla tai sadetuskoneilla. Sadetuskalustoa ovat putki- ja letkukalusto sekä yhdistetty putkiletkukalusto. Sadetuskoneita ovat sadetustykit ja –rampit (-puomit) (Blom ym. 1996, Kara & Pälikkö 1975).

Sadetustykissä on 1 tai 2 sektorisadetinta jalustalla, jota vesimoottorin käyttämä letkukela vetää. Sektorisadetin sadettaa kulkusuunnassa taaksepäin, joten jalusta liikkuu kuivalla maalla (Kuva 5). Jalusta voi olla varustettu jalaksilla tai pyörillä. Sektorisadettimella sadetettavan kaistan leveys voi vaihdella 30 metristä yli sataan metriin. Kaistan leveyteen vaikuttaa lisäksi käytettävä paine ja putken halkaisija sekä sadettimen säätö (Blom ym. 1996, Kara & Pälikkö 1975) (Kuva 6).



Kuva 5. Sadetustykki, kuten myös sadetusramppi, kastelevat taaksepäin. Tykillä kasteltaessa kaistojen on oltava hieman limittäin. (Piirros Elina Muuttomaa)



Kuva 6. Sadetustyksissä sektorisadetin vedetään traktorilla sadetettavan kais-tan toiseen päähän. Letkukela pitää ankkuroida hyvin tukijalkojen avulla maahan. (Kuva Mika Peltonen)

Sadetusrampissa on sektorisadettimen paikalla pyörillä liikkuva puomi, jossa on tasaisin välimatkoin takaviistoon suunnatut suuttimet. Rampin leveys vaihtelee 13–42 m:n välillä. Kuljetuksen ja säilytyksen ajaksi nivelöity ramppi saadaan pienempään tilaan (Kuva 7).



Kuva 7. Rampissa vesi suihkuu pieninä pisaroina tasaisesti kasvustoon. Tasainen kastelutulos vähentää mm. maan liettymistä ja kasvuston vaurioi-tumista. (Kuva Mika Peltonen)

### *Sadetuskaluston siirto pellolle*

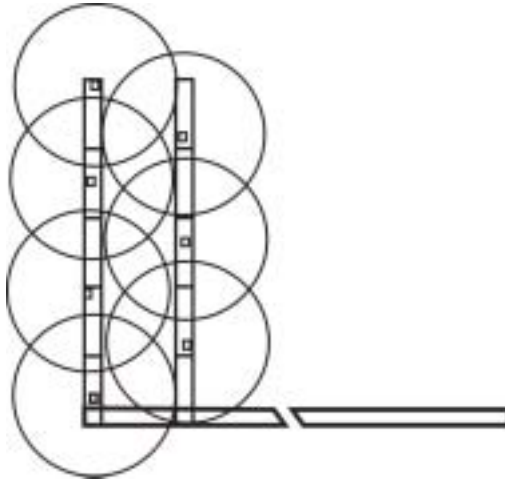
Sadetuskalusto siirretään pellolle talouskeskuksesta tai toiselta lohkolta traktorilla. Irrallisen sadetuskaluston kuljettamiseen käytetään yleensä perävauunua. Pumpun voimanlähde kuljetetaan joko traktorin nostolaitteissa tai etukuormaajassa (Kuva 8). Sadetuskone tai -ramppi siirretään oman kuljetusrunkonsa avulla tiellä ja pellolla. Ajonopeus vaihtelee kuljetettavan kaluston mukaan.



Kuva 8. Vesipumppu toimii joko sähköllä tai polttomoottorilla. Käytettäessä sadetukseen pintavettä tulee kiinnittää erityistä huomiota veden puhtauteen. Jos kastelu tehdään tihkukastelun avulla, on vesi puhdistettava vähintään hiekkasuodattimen avulla. (Kuva Mika Peltonen)

### *Sadetuskaluston siirto pellolla*

Sadetuskaluston siirtotyö sisältää kaluston kokoamisen, siirron pellolla uuteen paikkaan ja uudelleen rakentamisen. Putkikalustolla, letkukalustolla sekä putki-letkukalustolla sadetuskaluston osat kootaan perävauunuun. Siirto- ja runkolinjan sekä sadettimien kokoaminen tehdään uuteen paikkaan. Sadetuskaluston siirto tapahtuu siinä vaiheessa, kun edellinen alue on kokonaan sadetettu (Kuva 9).



Kuva 9. Sadetuslinja kootaan niin, että sadettimien kastelemat sektorit ovat hieman päällekkäin. Kolmion muotoon asetellut sadettimet antavat paremman kastelutuloksen kuin neliöön asetellut. (Piiros Elina Muuttomaa)

Sadettimien siirtotiheys riippuu ensisijaisesti sadetusmäärästä. Putki-, letku- tai putki-letkukalustoilla sadettimia siirretään runkolinjan tai muun putkilinjan edellyttämällä tavalla. Siirtotyö tapahtuu käsin.

### ***Sadetustykin ja -rampin siirto pellolla***

Sadetustykin kokoaminen tapahtuu kääntämällä putkikela kuljetusasentoon, kiinnittämällä sadetin kuljetusrunkoon ja kytkemällä koko pyörillä kulkeva laitteisto traktorin vetokoukkuun. Vastaavasti saman kaluston kokoaminen työasentoon tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä. Kun varsinaisen sadetustykkikalusto on asennettu sadettavan kaistan päähän, itse sadetin vedetään sadetuslinjan päähän traktorilla. Sadettimen siirron jälkeen voidaan pumppu käynnistää.

Sadetusrampin siirto tapahtuu sadetustykkikaluston tapaan traktorilla. Ennen siirtoa ramppi kootaan työasentoon. Ramppi vedetään myös traktorilla sadettavan linjan päähän ja aukaistaan työasentoon. Siirtonopeus on selvästi sadetustykkikalustoa hitaampaa. Rampin siirtonopeus pellolla on 1–2 km/h ja vastaavasti sadetustykillä 2–4 km/h pellon tasaisuudesta riippuen.



## Työntutkimusmenetelmät

Työajat määritettiin aikatutkimuksilla, jotka tehtiin mittaamalla työn erien aikahavainnot tiedonkeruulaitteella. Työntutkimuksen yhteydessä laadittiin myös kuvaus työalueesta, laskettiin työntutkimuksen aikana käsitellyt materiaalmäärät (kpl, m) ja mitattiin kuljetut matkat. Matkojen määrittämiseen käytettiin GPS-laitteistoa.

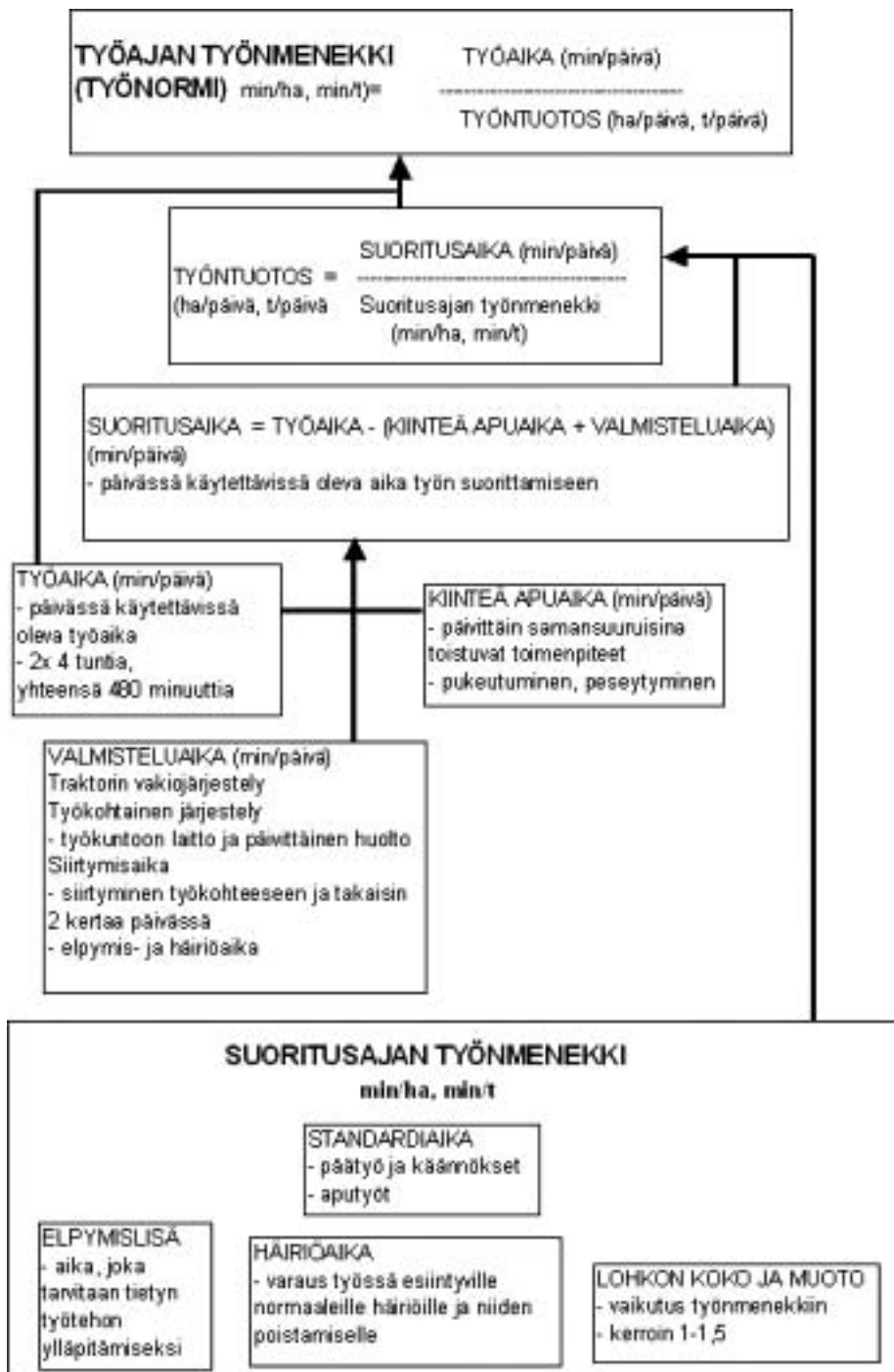
Työntutkimusten tulosten perusteella töille määritettiin standardi- ja normiajat maataloustöiden standardiaikajärjestelmän mukaan (Työtehoseura 1988).

**Standardiaika** on tietyn työosan tai työmäärän tekemiseen tietyllä menetelmällä kuluva aika. Standardiajat tai niiden laskemiseksi tarvittavat tiedot on määritetty useiden työntutkimusten perusteella. Standardiaikojen perusteella voidaan laskea työnmenekki, kun työn suoritustapa tunnetaan. Standardiaika sisältää pää- ja mahdollisen aputyön. Aputyötä on mm. työtuloksen tarkastelu.

Työntutkimuksissa on selvitetty myös eri töissä esiintyvät tyypilliset **häiriöt sekä elpymisaika**, jotka otetaan huomioon työnormia laskettaessa. Elpymis- ja häiriöaika ilmoitetaan prosenttilisänä koko työaikaan. Elpymislisäprosentti määräytyy lähinnä työn raskauden perusteella. Häiriöaika sisältää aikavarausten työssä yleisesti esiintyville häiriöille ja niiden poistamiseen. Poikkeukselliset häiriöt, kuten työkoneen rikkoontuminen, on huomioitava erikseen.

**Työnormi** on työnmenekkiä tai työntuotosta kuvaava luku, joka ilmoittaa kuinka paljon aikaa kuluu tietyn työn tekemiseen tai paljonko työtä saadaan tehdyksi tietyssä ajassa tietyllä menetelmällä. Työnormiluvut lasketaan standardiajoista huomioiden häiriöt, elpymistarve sekä työhön liittyvät apu- ja valmisteluajat. Mikäli työssä on useampi henkilö, on kokonaistyönmenekin laskemiseksi aika kerrottava työryhmän henkilöiden lukumäärällä. Työajan työnmenekin eli työnormin laskenta on esitetty kuvassa 10.





Kuva 10. Standardiaikajärjestelmän työajan jaottelu.

Työntutkimuksessa on käytetty seuraavaa sanastoa:

**Työaika** on työntekoon käytetty osa päivästä. Työaika alkaa talouskeskuksesta ja päättyy sinne. Ruokatunti ei sisälly työaikaan. Työajaksi on kasvin tuotannon töissä vakioitu kaksi 4 tunnin työjaksoa eli yhteensä 8 tuntia (480 min).

**Kiinteään apu aikaan** kuuluvat työajassa päivittäin lähes samansuuruisina toistuvat työstä riippumattomat valmistelut tai lopettelevat toimenpiteet, kuten pukeutuminen työvaatteisiin, peseytyminen, työnjako jne. Kiinteään apu aikaan sisältyy myös kaksi 12 minuutin kahvitaukoa 8 tunnin työpäivää kohden. **Tekemisaika** on itse työn suoritukseen ja sen valmisteluun kuluva aika.

**Valmistelu aika** on tiettyä työjaksoa tai työn suorituskertaa varten tapahtuvat työkohtaiset, kertaluontoiset toimenpiteet, kuten koneiden päivittäiset huollot, työvälineiden otto ja poislaitto, siirtymiset työmaalle ja takaisin jne. Ilmoitettuihin valmistelu aikoihin sisältyy 3 % elpymislisä ja 1 % häiriölisää.

**Suoritus aika** on työn suoritukseen normaalijoutuisuudella kuluva aika.

**Elpymislisä** on mitoitettu niin, että normaalikuntoinen, ammattitaitoinen henkilö pystyy elpymistaukoja pitäen tekemään ko. työtä koko työpäivän rasitustason pysyessä kohtuullisena. Elpymislisä ilmoitetaan %-lisänä varsinaiseen suoritus aikaan.

**Häiriö aika** käsittää työssä normaalisti esiintyvät häiriöt ja niiden poistamiseen kuluvan ajan. Se ilmoitetaan %-lisänä varsinaiseen suoritus aikaan. Valmistelu aikojen standardeihin se on lisätty valmiiksi.

**Standardiaika** ilmoittaa, kuinka paljon aikaa kuluu tietyn työnosan tai työ määrän tekemiseen tietyllä menetelmällä.

**Työnormi** on työnmenekkiä tai työntuotosta kuvaava luku, joka ilmoittaa kuinka paljon aikaa kuluu tietyn työn tekemiseen tai paljonko työtä saadaan tehdyksi tietyssä ajassa tietyllä menetelmällä. Luvut johdetaan standardiaikojen perusteella.

**Työnmenekki** ilmoittaa paljonko työaika kuluu tietyn työn tai työ määrän tekemiseen. Kasvin tuotannon töissä on työnmenekissä otettu huomioon suoritusajan lisäksi apu- ja valmisteluajat.

**Työntuotos** ilmoittaa paljonko työtä saadaan tehdyksi tietyssä ajassa. Normistossa työntuotosta laskettaessa on otettu huomioon suoritusajan lisäksi myös apu- ja valmisteluajat.

## Työntutkimuksen tulokset

### Avomaan kastelumenetelmien työajan työnmenekki eli työnormi

Normiajat on laskettu ns. peruslohkolle, jonka pinta-ala on 2 hehtaaria ja joka on muodoltaan suorakaide (100 m x 200 m). Pääajosuunta on pitkän sivun suunta ja lohko on salaojitettu. Työnormin ajonopeus on saatu työntutkimusten keskiarvoista. Työnormit on laskettu hehtaaria, 100 metriä tai kertaa kohti (Taulukko 1).

Taulukko 1. Tihkukastelun työnmenekki

Työvaihe	min/ha
Tihkuletkun asennus (2 henkilön työryhmä)	
Kurkulla ja mansikalla (riviväli 1,5 m) samalla muovin asennus	
riviväli 3,5 m	2x 117
riviväli 1,5 m	2x 224
Tihkuletkujen liittäminen jakolinjaan:	
riviväli 3,5 m	53
riviväli 1,5 m	99
Tihkuletkujen poisto (2 henkilön työryhmä): aika ei sisällä mahd. muovin poistoa	
riviväli 3,5 m	2x 66
riviväli 1,5 m	2x 147
Työvaihe	min/100 m
Siirtolinjan rakentaminen, maanpäällinen linja (2 henkilön työryhmä)	
6 metrin metalliputki, putket vaunussa	2x 53
paloletku kiepillä vaunussa	2x 62
maanalainen linja (2 henkilön työryhmä)	
kiepillä oleva muoviputki	2x 197
Jakolinjan rakentaminen maanalainen linja (2 henkilön työryhmä)	2x 65

Sadetuskalusto siirretään pellolta toiselle. Työssä on yksi henkilö ja traktori. Kuljetusmatka on 2 x 0,5 km. Aikaan sisältyy myös pumpun haku/siirto (Taulukko 2).

Taulukko 2. Sadetuskaluston kuljetuksen työnmenekki

Työvaihe	min/kerta
Perävaunussa kuljetettava kalusto (14 km/h)	72
Nostolaitesovitteinen kalusto (10 km/h)	82
Hinattava sadetuskone (8 km/h)	86
Erillinen voimanlähde tai pumppu	40
Pumpun asennus pumppauspaikalle	31

Sadetuskaluston siirtäminen pellolla sisältää eri osien purkamisen, siirron uuteen paikkaan ja kokoamisen uudelleen. Osat siirretään lohkon sisällä käsin. Sadetuskoneiden eli tykin ja puomin siirrossa käytetään traktoria (Taulukko 3).

Taulukko 3. Sadetuskaluston siirron työnmenekki

Kalustotyyppi	min/ha
Putkikalusto runkolinja 300m, 17 sadetinta	29
Putki-letkukalusto runkolinja 300m, 17 sadetinta	66
Letkukalusto runkolinja 300m, 17 sadetinta	42
Sadetuskoneet	20-36
Sadetusramppi	35-45

Sadettimet siirretään lohkon sisällä käsin joko kantaen tai laahaten (Taulukko 4).

Taulukko 4. Sadettimien siirron työnmenekki

Kalustotyyppi	min/ha
Putkikalusto	
- 1 putki kerrallaan kantaen	50
- 2 putkea kerrallaan laahaten	34
- 3 putkea kerrallaan kantaen ( 2 henkilön työryhmä)	2x 28
Putki-letkukalusto, letkukalusto	
- ensin runkolinjan paikan sadetus	22
- sadetus järjestyksessä reunasta alkaen	19

Sadetuskoneella ja –rampilla sadettimen siirto sisältyy koneen siirtoaikaan.

## Tulosten tarkastelua

Sadetus on harkittava tilan sisällä lohkoittain. Kuten viljelyn kustannukset yleensä, myös sadetuksen kustannukset ovat pienimmät isoilla, säännöllisen muotoisilla lohkoilla. Työn käytön kannalta on edullisinta, että yhdellä työrupeamalla, esimerkiksi laitteiston siirrolla, voidaan kastella mahdollisimman paljon. Pienillä lohkoilla ja pitkillä siirtokuljetuksilla kuluu suhteellisesti paljon aikaa siirtoon, kokoamiseen ja purkamiseen. Nykyisin käytettävät sadetuslaitteet eivät yleensä tarvitse valvontaa, sillä laitteet esimerkiksi sammuttavat itsestään.

Tihkukastelulaitteiston rakentaminen vaatii viljelijäperheen lisäksi ulkopuolista ammattitaitoista työvoimaa. Hyvin moni tihkukastelujärjestelmän raken-

tamisen työvaihe vaatii 2-3 henkilön työpanoksen. Varsinkin vedensiirtolinjojen rakentaminen ja tihkuletkujen asentaminen kasteltavalle lohkolle vie aikaa. On harkittava, riittääkö rakentamisvaiheessa oma ammattitaito vai tarvautuuko ammattiasentajiin.

Samanlaiseen tulokseen eli suhteellisen suureen työn määrään asennusvaiheessa päädyttiin myös MTT:n ja Pyhäjoen Kantaperuna Oy:n perunan tihkukastelua selvittäneessä hankkeessa. Asennuksen lisäksi tarvitaan myös sopivat keruulaitteet, kun viljely on loppunut. Seurantaan ja kastelun oikea-aikaiseen aloittamiseen kului myös yllättävän paljon aikaa. Helppoa kastelun aloittamista ja lannoitusmahdollisuutta pidettiin hyvänä vastapainona korkeille kustannuksille. Työnmenekkiluvut saatiin vain yhden lohkon asennustyön perusteella, mikä tekijöiden mukaan ei kestä lähempää tarkastelua (Maatalouden tutkimuskeskus & Pyhäjoen Kantaperuna Oy 2000).

Avomaanvihannestiloilla käytetään tihkuletkujen asennustyössä hyvin paljon omatekoisia koneita. Näiden omatekoisten koneiden vaatimassa työmenekissä on huomattavia eroja. Normaalisissa pintasadetuksessa käytettävät koneet ovat vakiintuneita jo pitkältä ajalta. Tihkukastelu on kuitenkin vasta vakiinnuttamassa asemaansa avomaan vihannestuotannossa, joten tehdastekoisia koneita on vähän käytössä.

## Yhteenveto

Tihkukastelulaitteisto on suunniteltava huolellisesti ja sen käytön opetteluun on varattava riittävästi aikaa. Sadetus suunnitellaan lohkoittain. Työnkäytön kannalta monipuolisella tilalla on kastelun järjestäminen yksinkertaisempaa, koska sadon kannalta tärkein veden tarve on eri aikoina eri lajeilla. Hallanaroilla lajeilla tarvitaan lisäksi päällekasteluun soveltuvia laitteita, esim. sektorisadettimia.

Suunnittelussa huomioidaan kasvilajien erilainen veden- ja lannoituksen tarve. Erityisesti pintaveden puhdistukseen on kiinnitettävä huomioita. Kastelulannoitusta käytettäessä tarvitaan myös hienosuodatinta.

Tihkukastelulaitteiston rakentaminen vaatii viljelijäperheen lisäksi ulkopuolista ammattitaitoista työvoimaa. Hyvin moni tihkukastelujärjestelmän rakentamisen työvaihe vaatii 2-3 henkilön työpanoksen.

Perinteisillä kastelumenetelmillä sadetuksen kustannukset ovat pienimmät isoilla, säännöllisen muotoisilla lohkoilla. Työn käytön kannalta on edullisinta, että yhdellä laitteiston siirrolla voidaan kastella mahdollisimman paljon. Pienillä lohkoilla ja pitkillä siirtokuljetuksilla kuluu suhteellisesti paljon aikaa siirtoon, kokoamiseen ja purkamiseen. Nykyisillä sadetuslaitteilla valvontatyö on vähäistä.

## Kirjallisuus

- Blom, K., Kauppinen, J., Tuominen, J. & Tuovinen, M. 1996. Puutarhateknologia. Helsinki: Edita: 211 s. ISBN 951-37-1884-0
- Dasberg, S. & Bresler, E. 1985. Drip irrigation manual. Bet Dagan: International Irrigation Information Center (IIIC). 95 s. ISBN 965-298-001-3
- Kara, O. & Pälikkö, E. A. 1975. Sadetusopas. Forssa: Timokarin kustannus. 129 s. 951-95323-0-7
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 2002. Maatalouslaskenta 2000. Maa-, metsä- ja kalatalous. Helsinki: TIKE. 275 s. ISSN 1458-7130
- Maatalouden tutkimuskeskus & Pyhäjoen Kantaperuna Oy. 2000. Perunan tihkukastelu –hanke. Tutkimusraportti 2000. Ruukki: Maatalouden tutkimuskeskus ja Pyhäjoen Kantaperuna Oy. Moniste. 55 s.
- Nissi, T. 1972. Ohjeita sadetusputkiston mitoittamiseksi. Työtehoseuran maataloustiedotus 160. Forssa: Kunnallispaino. 2 s. ISSN 0358-8939
- Nissi, T. & Mälkiä, E. 1974. Sadetuksen työnmenekki ja sadetustyön kuormittavuus. Työtehoseuran maataloustiedotus 178. Forssa: Forssan Kirjapaino Oy. 4 s. ISSN 0358-8939
- Pajula, H. & Triipponen, J-P. (toim.). 2003. Selvitys Suomen kastelutilanteesta: esimerkkialueena Varsinais-Suomi. Suomen ympäristö. Helsinki: Edita Prima Oy. 86 s. ISBN 952-11-1415-0. Saatavissa myös Internetistä: <http://www.ymparisto.fi/julkaisut>.
- Pulkkinen, J. & Hiltunen, T. 2003. Marjojen ja omenan kasvuohjelma. Helsinki: KemiraGrow How Oy. 50 s.
- Työtehoseura 1988. Maatalouden työnormit. Korjattu lisäpainos. Työtehoseuran maatalous- ja rakennusosaston monisteita 2/1988. Helsinki: Työtehoseura. 156 s. ISBN 951-788-133-9
- Voipio, I. 2001. Vihannekset lajit viljely sato. Puutarhaliiton julkaisuja nro 316. Opas nro 46. Helsinki: Forssa: Nordmanin kirjapaino Oy. 351 s. ISBN 951-8942-48-X

# Avomaankurkku hyötyy tihkukastelusta

Terhi Suojala<sup>1)</sup>, Tapio Salo<sup>2)</sup>, Janne Pulkkinen<sup>3)</sup> ja Elisa Tikanmäki<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Puutarhatuotanto, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, [terhi.suojala@mtt.fi](mailto:terhi.suojala@mtt.fi)

<sup>2)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)

<sup>3)</sup>Kemira GrowHow Oy, PL 900, 00181 Helsinki, [janne.pulkkinen@kemira-growhow.com](mailto:janne.pulkkinen@kemira-growhow.com)

<sup>4)</sup>Saarioisten Säilyke Oy, Isoniementie 76, 36420 Sahalahti, [elisa.tikanmaki@saarioinen.fi](mailto:elisa.tikanmaki@saarioinen.fi)

## Tiivistelmä

Avomaankurkun tuotannon ongelmana on ollut tilojen ja vuosien välinen vaihtelu sadon määrässä ja laadussa, mikä heikentää kotimaisen raaka-aineen kilpailuasemaa tuontikurkkuihin nähden. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tehostaa avomaankurkun tuotantoa kehittämällä toimiva tihkukastelumeneelmä ja lannoitusohjelma, joka hyödyntää kastelulannoitusta.

Tutkimus aloitettiin esikokeella vuonna 2000. Siinä saatujen lupaavien tulosten pohjalta tutkittiin vuosina 2001–2003 erilaisten maan kosteustasojen vaikutusta kurkun kasvuun ja satoon sekä vertailtiin erilaisia lannoitusohjelmia. Kokeet tehtiin MTT:ssä Piikkiössä.

Tulosten mukaan tihkukastelu ja siihen yhdistetty kastelulannoitus ovat toimivia menetelmiä avomaankurkun viljelyssä. Kastelun tarkentamiseksi on suositeltavaa mitata maan kosteutta. Sopiva raja-arvo kastelun aloittamiseen on -150–300 hPa tensiometrejä käytettäessä.

Kastelulannoituksella on mahdollista päästä tehokkaaseen lannoituksen hyötysuhteeseen. Yleensä typen kokonaismääräksi riittää 120–140 kg/ha, josta voidaan antaa 1/3–1/2 peruslannoituksessa ennen istutusta ja loput kastelulannoituksena. Myös kalium jaetaan perus- ja kastelulannoituksena, mutta muut ravinteet voi antaa keväällä koko kasvukautta varten. Peruslannoituksella tuotetaan pääosa versostosta, ja kastelulannoitus aloitetaan hieman ennen satokauden alkua. Maan liukoisen typen määrää seuraamalla voi arvioida, milloin kastelulannoitus on tarpeen aloittaa. Kurkku ottaa maasta tehokkaasti ravinteita: satotonna kohti poistui kokeissamme 1,2–1,5 kg typpeä, 0,3–0,4 kg fosforia ja 2,0–2,2 kg kaliumia.

---

*Avainsanat: avomaankurkku, kastelu, laatu, lannoitus, kosteus, ravinteet, tihkukastelu*

---

## Johdanto

Avomaankurkkua viljellään Suomessa noin 400 hehtaarin pinta-alalla, josta 80 % on sopimustuotantoa säilykkeitä valmistavalle teollisuudelle (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2003). Viljelyn ongelmana on ollut suuri vuosien ja tilojen välinen vaihtelu sadon määrässä ja laadussa. Kotimaisen tuotannon asemaa uhkaa ulkomaisen raaka-aineen ja valmiiden kurkkusäilykkeiden tuonti. Siksi on koettu tarpeelliseksi tehostaa ja varmentaa kotimaista avomaankurkun tuotantoa, jotta viljely olisi taloudellisesti kannattavaa ja suomalaisen raaka-aineen käyttö teollisuudessa mahdollista.

Aloite tähän tutkimukseen tuli kurkkua jalostavalta teollisuudelta. Mietittäessä keinoja viljelyn varmentamiseen päähuomio kohdistui kastelun ja lannoituksen tarkentamiseen. Tutkimuksessa päädyttiin selvittämään tihkukastelumenetelmän mahdollisuuksia ja soveltamista Suomen oloihin. Tutkimus aloitettiin vuonna 2000 Elintarviketeollisuusliiton Vihannessäilyketeollisuusyhdistyksen ja Kemira Agron rahoittamalla esikokeella, josta saadut hyvät kokemukset olivat yhtenä innoittajana koko Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana -hankkeen aloittamiselle. Tässä hankkeessa toteutettiin kurkkukokeita kolmena kasvukautena 2001–2003.

Avomaankurkku viljellään nykyään valtaosin mustalla muovilla katetuissa penkeissä, joihin istutetaan kasvihuoneessa esikasvatetut taimet. Kurkun lannoituskäytännöt ja -määrät ovat olleet tiloilla varsin vaihtelevia, ja erityisesti satokauden aikainen lisälannoitus ei liene aina ollut riittävää ja tehokasta. Toisaalta on käytetty suuria peruslannoitusmääriä ”varmuuden vuoksi”. Muovikate vaikeuttaa ravinteiden lisäämistä kasvukaudella kurkun juuristoalueelle, eivätkä rakeiset lannoitteet välttämättä vaikuta riittävän nopeasti, jos kasvuston havaitaan kärsivän ravinteiden puutoksesta. Muovikate vaikeuttaa myös kasteluveden pääsyä juuristoalueelle. Lisäksi sadetus pehmittää maata poimintakaudella, jolloin poimintavaunut kulkevat useita kertoja viikossa käytävillä. Näillä perusteilla kastelu ja lisälannoitus penkkiin sijoitettujen tihkuletken kautta vaikuttivat lupaavilta ja toimivilta menetelmiltä avomaankurkun viljelyssä.

Tihkukastelu on yleisesti käytössä mm. saksalaisilla kurkkuviljelmillä, joiden satoa tuodaan jonkin verran myös Suomeen. Tihkukastelusta on saatu hyviä tuloksia, koska mm. veden käyttö on vähentynyt, kasvuston kehitys nopeutunut ja sato suurentunut (Kunzelmann & Paschold 1999).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää avomaankurkun viljelyyn toimiva tihkukastelumenetelmä ja lannoitusohjelma, joka hyödyntää kastelulannoitusta.



## Aineisto ja menetelmät

Avomaankurkkukokeet toteutettiin MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä vuosina 2000–2003 (Taulukko 1). Koekentän maalaji oli vuosina 2000–2002 multava karkea hieta ja vuonna 2003 runsasmultainen hietasavi. Koealueen esikasvi oli muina vuosina kaura ja vuonna 2003 ohra. Kaikissa kokeissa viljeltiin Carine-lajiketta (Royal Sluis), joka istutettiin 13–21 päivän ikäisinä taimina avomaalle touko-kesäkuun vaihteessa. Vuonna 2000 käytettiin poikkeuksellisesti kaksoistaimia, jotka oli kasvatettu samassa potissa kahden taimen ryhmänä. Kaksoistaimien tarkoituksena oli nopeuttaa kasvuston kehittymistä peittäväksi. Taimet peitettiin heti istutuksen jälkeen harsolla, jonka annettiin olla kasvuston suojana kesäkuun loppupuolelle asti. Taimiväli oli joka vuosi 25 cm ja riviväli 150 cm (taimia 26 667 kpl/ha).

Kurkkupenkki katettiin mustalla muovilla. Penkin teon yhteydessä levitettiin tihkuletku joko aivan maan pinnalle tai pari senttiä maanpinnan alle. Tihkuletku sijaitsi 10-15 cm taimirivistä sivulle. Tihkuletkena käytettiin malleja T-tape TSX 508-30-340 ja T-tape TSX 504-30-340, joissa tihkusuuttimien etäisyys on 30 cm ja vedentuotto 3,4 litraa rivimetrille tunnissa.

### Esikoe vuonna 2000

Esitutkimuksen tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia avomaankurkun satotason nostamiseen kastelua sekä lannoituksen määrää ja ajoitusta tarkentamalla. Kokeessa pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin: 1) mikä on tihkukastelun vaikutus verrattuna päältäkasteluun, 2) miten tihkukastelu tulisi toteuttaa, 3) miten erilaiset lannoitusmenetelmät vaikuttavat kurkun sadontuottoon, 4) voidaanko kastelu- ja lannoitusmenetelmillä vaikuttaa kasvuston rehevyyteen, kukkien abortoitumiseen ja sadontuoton ajoittumiseen ja 5) kuinka paljon kurkkukasvusto ottaa maasta typpeä, fosforia ja kaliumia? Lisäksi varsinaisen kokeen ohessa (suojariveissä) seurattiin, onko kasvutiheyden lisäämisestä kahden tai kolmen kasvin ryhmätaimia käyttämällä hyötyä sadontuoton kannalta.

Taulukko 1. Kurkkukokeiden viljelytietoja ja koekentän viljavuustila ennen kokeen perustamista.

Vuosi	Kylvö	Istutus	Harso pois	Maalaji	pH	Ca mg/l	K mg/l	P mg/l	Mg mg/l
2000	18.5.	31.5.	19.6.	m KHt	6,9	1990	152	33	238
2001	14.5.	4.6.	20.6.	m KHt	6,7	1975	165	20	215
2002	15.5.	30.-31.5.	17.6.	m KHt	6,2	1155	181	20	111
2003	19.5.	3.-5.6.	27.6.	rm HtS	7,6	3680	245	21	501

Kenttäkokeessa verrattiin neljän käsittelyn vaikutusta kurkun kasvuun ja sadontuottoon. Käsittelyt olivat:

- A – päältäkastelu mikrosadettimilla ja ”perinteinen” lannoitus
- B – tihkukastelu ja lannoitus kestopannoksella
- C – tihkukastelu ja kastelulannoitus alemmalla pitoisuudella
- D – tihkukastelu ja kastelulannoitus korkeammalla pitoisuudella.

Kastelulannoituskäsittelyt erosivat siten, että D-käsittelyssä peruslannoituksen määrä oli puolet C-käsittelyn määrästä ja kastelulannoituksessa liuoksen väkevyys oli kaksinkertainen C-käsittelyn liuoksiin verrattuna. Kastelulannoitus aloitettiin heti istutuksen jälkeen, ja sitä jatkettiin kaksi kertaa viikossa 13 viikon ajan eli elokuun loppupuolelle asti. Ennen istutusta annetut lannoitteet levitettiin penkin kohdalle: A-käsittelyssä 100 cm leveälle kaistalle ja tihkukastelluissa käsittelyissä 60 cm leveälle kaistalle. Syynä tähän eroon oli se, että tihkukastelun arveltiin mahdollisesti rajoittavan kurkun juuriston laajuutta. Käsittelyt on esitetty tarkemmin taulukossa 2. Koemallina oli satunaistettujen täydellisten lohkojen koe, jossa oli neljä lohkoa. Koeruudut olivat kahden rivin levyisiä ja 10 metriä pitkiä (pinta-ala 30 m<sup>2</sup>). Koalueen reunoilla ja ruutujen välissä oli suojarivit, jotta päältäkastelu ei pääsisi leviämään tihkukasteluruutuihin.

Taulukko 2. Lannoitus- ja kastelumäärät sekä käytetyt lannoitteet vuoden 2000 kokeessa.

Käsittely	Peruslannoitus kg/ha			Lisälannoitus kg/ha			Yhteensä kg/ha			Yhteensä g/taimiryhmä			Kastelu yht. mm
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
A	80	35	136	40	-	-	120	35	136	4,5	1,3	5,1	0
	Puutarhan Y3 Superfosfaatti			Kalkkisalpietari 1.8. ja 10.8.									
B	120	35	120	-	-	-	120	35	120	4,5	1,3	4,5	33
	Puutarhan kestopann Superfosfaatti												
C	78	24	90	47	14	43	125	38	133	4,7	1,4	5,0	40
	Kloorivapaa Y4 Erikoisvilj. hivens.			Kemfos, Kalkkisalpietari Puutarhan täyslannos Puutarhan hydrolannos									
D	40	12	47	95	28	85	135	40	132	5,0	1,5	4,9	40
	Kloorivapaa Y4 Erikoisvilj. hivens.			Kemfos, Kalkkisalpietari Puutarhan täyslannos Puutarhan hydrolannos									

Kokeessa seurattiin maan kosteutta taimiväleihin 15 ja 40 cm:n syvyyteen asetetuilla tensiometreillä (Nieuwkoop TM-93), joita oli yhteensä kahdeksan koko koalueella. Kastelurajana pidettiin tensiometrien raja-arvoa -400 hPa, jota ei kuitenkaan saavutettu koko kesänä runsaiden sateiden vuoksi. Maasta otettiin maanäytteitä 1–2 viikon välein liukoisen tyypin ja muiden ravinteiden analyysejä varten. Kustakin koeruudusta otettiin kahdeksan osanäytettä enintään 15 sentin etäisyydeltä taimirivistä 30 sentin syvyyteen asti. Kahden lohkon näytteet yhdistettiin, ja näin saatiin kaksi rinnakkaisnäytettä kustakin

käsittelystä. Liukoisen typen näytteet analysoitiin Kemiran maaperälaukun testeillä ja muut ravinteet analysoitiin Viljavuuspalvelussa.

Kasvustosta seurattiin kasvua ja kehitystä mittaamalla jokaisesta koeruudusta kahdesta kaksoistaimesta lehtien, sivuversojen ja kukkien määrä kerran viikossa 15.8. asti. Neljä kertaa kasvukaudella otettiin kolmen lohkon ruudusta kasvustonäytteet, joista määritettiin neljän kasvin lehtilapojen, varsien ja hedelmien tuore- ja kuivapainot ja pääverson pituus. Myöhemmin lehti- ja varsinäytteistä analysoitiin typen, fosforin ja kaliumin pitoisuudet MTT:n maaperä ja ympäristö -yksikössä. Kasvinäytteiden ottamisen jälkeen poistettujen taimien juuriston laajuutta havainnoitiin silmävaraisesti penkin poikki kaivetusta profiilista.

Sato mitattiin kustakin ruudusta kahdeksan rivimetrin matkalta (12 neliömetrin alalta) kahdesti viikossa ja lajiteltiin eri kokoluokkin (halkaisija <25 mm, 25-45 mm, >45 mm). Lisäksi eroteltiin virheelliset kurkut (epämuotoiset ja pilaantuneet). Halkaisijaltaan 25-45 mm:n virheettömät kurkut luokiteltiin 1. luokkaan kuuluviksi. Satonäytteistä mitattiin kaksi kertaa hedelmien kuiva-ainepitoisuus sekä typen, fosforin ja kaliumin pitoisuudet.

## **Kastelukokeet vuosina 2001-2003**

Kastelukokeen tavoitteena oli selvittää, miten maan kosteustila vaikuttaa kurkun kasvuun ja sadontuottoon. Koemalli oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koe, jossa lohkoja oli viisi. Vuonna 2003 tutkittiin tarkemmin myös kosteustilan vaikutusta hedelmien laatuun. Maan kosteutta mitattiin rivin kohdalle taimiväleihin asennetuilla tensiometreillä, joita oli joka käsittelyssä kolmessa lohossa 20 ja 40 cm:n syvyyteen, yhteensä 18 kappaletta. Kastelun aloituksen raja-arvoina pidettiin eri käsittelyissä -150, -300 tai -600 hPa 20 cm:n syvyydessä olevan tensiometrin mukaan. Kastelemalla maan kosteus pyrittiin palauttamaan kenttäkapasiteettiin (noin -100 hPa). Tensiometrit mitattiin aluksi kolme kertaa viikossa ja maan alettua kuivua joka arkipäivä. Lisäksi jokaisena koevuonna mitattiin -300 hPa:n käsittelyssä yhdestä ruudusta maan kosteutta 5–7 lähelle toisiaan sijoitetun tensiometrin avulla. Tensiometrin lukemat tallennettiin tiedonkeruuyksikköön 10 minuutin keskiarvoina. Mittausten tarkoituksena oli arvioida tihkukastelussa annetun veden liikkumista sivusuunnassa ja selvittää, miten nopeasti kastelu vaikutti maan kosteuteen.

Koe toteutettiin sivuista ja päädyistä avoimessa muovihuoneessa, jotta sadevesi ei päässyt häiritsemään maan kosteuden hallintaa. Koeruudut olivat pieniä, vain kahden rivin levyisiä ja 1,75 metriä pitkiä. Koeruutujen välillä oli 75 cm:n tyhjä väli. Tilan säästämiseksi ei käytetty suojakasveja koeruutujen välissä, joten satotulokset esitetään ruutusatoina, ei pinta-alaa kohti lasketuna. Käsittelyiden vertailun luotettavuutta tämä ei heikennä.

Kastelukoe lannoitettiin lannoituskokeen käsittelyiden tapaan. Annetut ravinnemäärät on esitetty taulukossa 3. Muutenkin viljely tapahtui kuten avomaalla, mutta harso poistettiin 1–2 viikon kuluttua istutuksesta, kun muovikate oli saatu huoneen päälle. Huoneessa esiintyi joka kesä härmää, jota torjuttiin ensimmäisenä vuonna ruokasooda-mäntysuopa -ruiskutuksin (1+2 %) ja rypsiöljy-emulgaattori -ruiskutuksin (2 %, Carbon Kick® Kiinnite, Carbon Kick Oy). Seuraavina vuosina käytettiin rypsiöljy-emulgaattori -valmistetta, joka esti tautia aiheuttamasta vahinkoa. Ensimmäisenä kesänä jouduttiin torjumaan myös vihannespunkkeja ruokasooda-rypsiöljy-mäntysuopa -liuoksella ja vuonna 2002 kukkia vioittaneita ripsiäisiä sekä vihannespunkkeja Karate-valmisteella. Joka kesä kasvusto käsiteltiin lehtihometta vastaan, vuonna 2001 Previcur-valmisteella ja vuosina 2002–2003 Aliette 80 WG -valmisteella. Punkit heikensivät kasvien kuntoa jonkin verran loppukesänä 2001 ja 2002, ja vuonna 2001 joitakin taimia kuoli *Verticillium*-sienen aiheuttamaan lakastumistautiin loppukesällä. Muuten kasvintuhoojista ei ollut merkittävää haittaa kasveille.

Kokeessa seurattiin kasvua ja kehitystä havainnoimalla kunkin ruudun kahdesta keskimmäisestä kasvista lehtien, sivuversojen ja kukkien lukumäärää neljä kertaa kesä-heinäkuussa. Sato poimittiin 2–3 kertaa viikossa ja lajiteltiin kuten vuoden 2000 esikokeessa. Lisäksi vuonna 2003 mitattiin hedelmien kiinteyttä kahdesti Lloyd-aineenkoetuslaitteella. Mittauksessa työnnettiin halkaisijaltaan 4,8 mm:n suuruinen metallipuikko hedelmän sisään 15 mm:n syvyyteen vakionopeudella 10 mm minuutissa ja mitattiin puikon etenemiseen tarvittavaa voimaa. Mittauskohta oli pituussuunnassa hedelmän keskellä. Samoista kurkuista mitattiin hedelmien paino, pituus ja paksuus. Mittaukset tehtiin 10 hedelmästä/ruutu.

Taulukko 3. Kastelukokeessa annetut lannoitteet ja ravinnemäärät eri vuosina.

Vuosi	Peruslannoitus kg/ha			Lisälannoitus kg/ha			Yhteensä kg/ha			Yhteensä g/kasvi		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
2001	80	40	93	60	-	87	140	40	180	5,3	1,5	6,8
	Kloorivapaa Y3			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
2002	48	24	56	109	-	157	157	24	213	5,9	0,9	8,0
	Tärrkelysp. Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
2003	50	40	94	101	-	103	151	40	197	5,7	1,5	7,4
	Puutarhan Y1 Superfosfaatti			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti Typpiliuos								

## Lannoituskokeet vuosina 2001-2003

Lannoituskokeiden tavoitteena oli kehittää toimiva lannoitusohjelma, joka perustuu ennen istutusta annettuun peruslannoitukseen ja kesän aikana annettuun kastelulannoitukseen. Kokeiden käsittelyt muuttuivat osittain koevuosien kuluessa saatujen tulosten ja kokemusten ohjaamina. Kokeissa etsittiin vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin: 1) onko runsaasti fosforia sisältävää starttilannoituksesta hyötyä, 2) onko kasvukaudella tarpeen lisätä kaikkia ravinteita vai riittävätkö typpi ja kalium, 3) riittääkö alennettu peruslannoitus turvaamaan hyvän kasvun, 4) mikä on oikea typen annostus kasvukaudella, 5) onko lisätyllä kaliumin annostuksella kastelulannoituksessa vaikutusta erityisesti kurkun laatuun ja 6) kuinka paljon kurkkukasvusto ja -sato ottaa maasta typpeä, fosforia ja kaliumia.

Vuoden 2001 kokeessa vertailtiin seuraavia käsittelyitä:

- A – peruslannoitus + kastelulannoitus (sisältää N ja K)
- B – peruslannoitus + starttilannoitus + kastelulannoitus (kuten edellä)
- C – peruslannoitus + kastelulannoitus moniravinteisilla lannoitteilla
- D – peruslannoitus + kastelulannoitus (kuten A, mutta kastelulannoituksen annostus sato- ja sääennusteiden mukaan, taulukko 4).

Vuoden 2002 kokeessa käsittelyt olivat:

- A – kuten vuonna 2001
- B – alennettu peruslannoitus (60 % edellisestä) + kastelulannoitus (kuten A-käsittelyssä)
- C – alennettu peruslannoitus + kastelulannoitus moniravinteisilla lannoitteilla
- D – alennettu peruslannoitus + kastelulannoitus (kuten A, mutta annostus sato- ja sääennusteiden mukaan).

Vuoden 2003 vertailtavia käsittelyitä oli viisi. Päähuomio oli typen määrän annostelussa ja jaossa perus- ja kastelulannoituksen välillä:

- A – kuten vuosina 2001 ja 2002
- B – alennettu peruslannoitus + ”normaali” kastelulannoitus (N ja K)
- C – alennettu peruslannoitus + lisätty kastelulannoitus (lisätty N:n määrää)
- D – peruslannoitus kuten A-käsittelyssä + lisätty kastelulannoitus (lisätty N:n määrää)
- E – alennettu peruslannoitus + lisätty kastelulannoitus (lisätty sekä N:n että K:n määrää).

Taulukko 4. Viikoittaisten kastelulannoitusmäärien arviointi sää- ja sato-odotusten mukaan vuosien 2001 ja 2002 kokeissa.

Sää	Seuraavan viikon sato		
	Runsas	Keskinkertainen	Alhainen
Suotuisa	1,3 x annos	1 x annos	0,7 x annos
Epäedullinen	1 x annos	0,7 x annos	0,7 x annos

Taulukko 5. Ravinnemäärät ja käytetyt lannoitteet eri vuosien lannoituskokeissa.

Käsittely	Peruslannoitus kg/ha			Kastelulannoitus kg/ha			Yhteensä kg/ha			Yhteensä g/kasvi		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
<b>2001</b>												
A	80	40	93	60	-	87	140	40	180	5,3	1,5	6,8
	Kloorivapaa Y3			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
B	78	35	91	62	5	89	140	40	180	5,3	1,5	6,8
	Kloorivapaa Y3 Kaliumsulfaatti Kastelukalkkisalpietari			Kemfos Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
C	81	25	93	59	15	87	140	40	180	5,3	1,5	6,8
	Kloorivapaa Y4			Hortigrow NPK 1 Puutarhan hydrolannos Kaliumnitraatti								
D	80	40	93	74	-	106	154	40	199	5,8	1,5	7,5
	Kloorivapaa Y3			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
<b>2002</b>												
A	80	40	93	71	-	102	151	40	195	5,6	1,5	7,3
	Tärkkelysperunan Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
B	48	24	56	70	-	102	118	24	158	4,4	0,9	5,9
	Tärkkelysperunan Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
C	48	19	82	71	8	71	119	27	153	4,4	1,0	5,8
	Puutarhan Y3			Puutarhan hydrolannos Kastelukalkkisalpietari Magnesiumnitraatti Kaliumnitraatti								
D	48	24	56	86	-	123	134	24	179	5,0	0,9	6,7
	Tärkkelysperunan Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
<b>2003</b>												
A	80	40	93	60	-	87	140	40	180	5,3	1,5	6,8
	Tärkkelysperunan Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
B	50	40	94	60	-	87	110	40	181	4,1	1,5	6,8
	Puutarhan Y1 Superfosfaatti			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti								
C	50	40	94	90	-	87	140	40	181	5,3	1,5	6,8
	Puutarhan Y1 Superfosfaatti			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti Typpiliuos								
D	80	40	93	90	-	87	170	40	180	6,4	1,5	6,8
	Tärkkelysperunan Y1			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti Typpiliuos								
E	50	40	94	90	-	131	140	40	225	5,3	1,5	8,4
	Puutarhan Y1 Superfosfaatti			Kastelukalkkisalpietari Kaliumnitraatti Typpiliuos								

Eri käsittelyissä annetut ravinnemäärät ja lannoitteet on esitetty taulukossa 5. Vuosien 2001 ja 2002 kokeessa D-käsittelyn kastelulannoitusta lisättiin useimpina lannoituskertoina 30 %, koska sää oli lämmin ja hedelmän alkuja oli runsaasti. Suunnitelman mukaisesti kastelulannoitusannosta olisi alennettu 30 %, mikäli sää olisi ollut viileä tai sato-odotukset heikot (Taulukko 4).

Käsittelyt toistettiin kuudessa lohossa satunnaistettujen täydellisten lohkojen koemallin mukaisesti. Koeruudun koko oli 3 metriä x 10 metriä. Koealueen reunoilla oli suojarivit ja koeruutujen välissä rivissä oli metrin tyhjä väli.

Peruslannoitus levitettiin käsin ennen penkin tekoa noin 60 cm leveälle kais-  
talle. Lannoitteet sekoittuivat maahan penkkiä muotoiltaessa. Kastelulannoitus aloitettiin maan liukoisen typen vähennyttä likimain tasolle 50–70 kg/ha, vuonna 2001 viikolla 27, vuonna 2002 viikolla 26 ja vuonna 2003 vasta viikolla 28. Kastelulannoitus annettiin kerran viikossa yleensä 2 ‰:n vahvuise-  
na käyttöliuoksena. Kastelulannoitusta jatkettiin muina vuosina kahdeksan viikon ajan, vuonna 2002 yhdeksän viikkoa. Vesimäärä lannoituksen yhtey-  
dessä oli 3,8–4,3 litraa rivimetrille. Muu kastelutarve tyydytettiin puhtaalla vedellä, ja kastelurajana käytettiin 20 cm:n syvyydessä olevien tensiometrien osoittamaa lukuarvoa -300 hPa.

Kokeessa seurattiin kasvua ja kehitystä havainnoimalla kustakin ruudun ka-  
hden taimen lehtien, sivuversojen ja kukkien lukumäärää neljä kertaa kesä-  
heinäkuussa. Neljä kertaa kasvukaudella otettiin kasvustonäytteet, jotka koostuivat neljästä taimesta ruutua kohti ja jotka käsiteltiin kuten vuoden 2000 esikokeessa. Samoihin aikoihin tarkasteltiin poistettujen taimien juuris-  
ton laajuutta silmävaraisesti. Sato poimittiin kaksi kertaa viikossa kahdeksan rivimetrin mitalta ruuduittain ja lajiteltiin kuten vuoden 2000 esikokeessa. Lisäksi vuonna 2003 mitattiin hedelmien kiinteyttä kahdesti Lloyd-  
aineenkoetuslaitteella kuten kastelukokeessa (10 hedelmää joka ruudusta neljästä lohkoista).

Lehtien väriä kuvaavaa SPAD-arvoa mitattiin Minoltan SPAD-502 -mittarilla viikottain 1–2 käsittelystä ja harvemmin kaikista käsittelyistä. Mittaukset tehtiin nuorimmista, lähes täysikokoisista lehdistä. Kustakin ruudusta mitat-  
tiin 30 lehteä, joiden keskiarvoa käytettiin analyysissä.

Maan kosteutta seurattiin taimiväleihin 20 ja 40 cm:n syvyyteen asennetuilla tensiometreillä, joita oli koealueella yhteensä kahdeksan. Koeruuduista otet-  
tiin kerran viikossa maanäytteet juhannusviikolta alkaen. Penkistä otettiin vuosina 2001 ja 2002 kahdeksan osanäytettä ruudusta 30 cm:n syvyyteen asti ja kahden lohkon näytteet yhdistettiin. Näin kustakin käsittelystä saatiin kol-  
me rinnakkaisnäytettä. Vuonna 2003 näytteet otettiin ruuduittain lohkoista 1, 2, 5 ja 6, ja ne koostuivat kymmenestä osanäytteestä. Näytteistä analysoitiin nitraatti- ja ammoniumtypen määrä Merckin analyysiliuskoilla, joiden väri-  
muutos luettiin Merckin Rqflex-reflektometrillä. Osasta näytteitä analysoitiin myöhemmin muiden pääravinteiden pitoisuudet Viljavuuspalvelussa. Vilje-  
lyn päätyttyä otettiin näytteet liukoisen typen laboratoriomääritystä varten penkin eri osista (taimirivin kohta, tihkuletkun kohta ja vastakkainen reuna) 0–20 cm:n syvyydeltä sekä koko penkin leveydeltä eri syvyyksistä (0–20, 20–40 ja 40–60 cm). Nämä näytteet otettiin kustakin ruudusta erikseen, pen-

kin eri osia kuvaavat näytteet vain yhdestä tai kahdesta käsittelystä. Vuosina 2002 ja 2003 otettiin lisäksi näytteet käytäviltä.

Joka kesä kasvusto käsiteltiin kurkunlehtihometta vastaan, kun ensimmäiset oireet oli havaittu. Vuonna 2001 torjuntaan käytettiin Previcur-valmistetta ja muina vuosina Aliette 80 WG -valmistetta. Vuonna 2001 lehtihome todennäköisesti nopeutti kasvuston ränсистymistä elokuun lopussa, mutta muina vuosina tauti ei levinnyt ensimmäisiä saastuntakohtia pidemmälle eikä näin aiheuttanut haittaa.

Vuoden 2002 kasvustossa havaittiin kesäkuun lopulla fysiologisia oireita vanhimmissa lehdissä, joiden reunat ruskettuivat ja kuivuivat. Syytä vioitukseseen ei löytynyt maan tai kasvin ravinnetilasta, mutta maan pH oli selvästi alhaisempi kuin keväällä. Lisäksi maan liukoisesta tyypestä poikkeuksellisen suuri osa oli ammoniummuodossa, ja maasta analysoidut potentiaalinen nitri-fikaatio ja mikrobibiomassa olivat alhaiset. Vioituksen aiheuttajaksi pääteltiin lopulta edellisenä vuonna levitetyn maanparannusturpeen haitallinen vaikutus maan mikrobitoimintaan. Kasvusto toipui vähitellen, mutta siitä ei koko kesänä tullut kovin rehevä.

## **Sääolot koevuosina**

Kesä 2000 oli lämpötilaltaan ja sademääriltään keskimääräinen, kesät 2001–2003 keskimääräistä lämpimämpiä (Kuvat 1 ja 2). Ensimmäiset viikot istutuksen jälkeen olivat kuitenkin viileitä kaikkina vuosina vuotta 2002 lukuunottamatta. Kesäkese oli helteinen vuosina 2001–2003, ja kaikkein kuumimmat päivät olivat heinä-elokuussa 2003. Istutuksen jälkeisten yöhallojen takia tarvittiin hallasadetusta kahtena yönä kesäkuussa 2000 ja yhtenä yönä kesäkuussa 2001. Hallatuhoilta vältyttiin sadetuksen ansiosta. Sateet jakautuivat epätasaisesti: kesällä 2000 satoi melko runsaasti koko kesän, mutta muihin kesiin sisältyi sekä erittäin sateisia että kuivia jaksoja (Kuva 2).

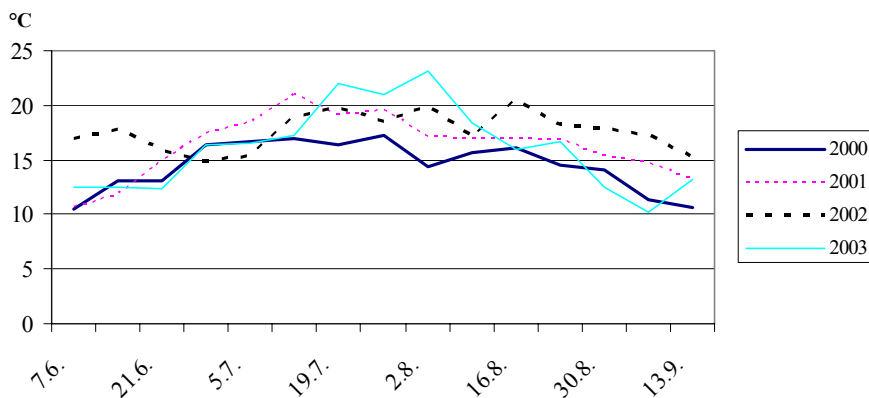
## **Aineiston tilastollinen käsittely**

Kasvustohavainnoista ja kasvustomittausten tuloksista laskettiin ruutukohtaiset keskiarvot, jotka analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Havaintoajankohta oli toistomuuttuja. Erityisesti kasvustomittauksia analysoidessa jouduttiin usein jättämään ensimmäisen mittauskerran tulokset pois analyysistä, koska hyvin pienet lukuarvot muihin mittauskertoihin verrattuina tekivät aineistosta epänormaalisti jakautuneen. Satotuloksista analysoitiin sekä koko kesän aikainen kokonaissato että satotulokset jaettuna kolmeen tai neljään jaksoon, jolloin jaksoa pidettiin toistotekijänä. Käsittelyjä vertailtiin toisiinsa kontrasteilla. Malleissa lohko oli satunnaismuuttuja ja käsittelyt, mahdollinen toistotekijä aika ja niiden yhdysvaikutukset kiinteitä

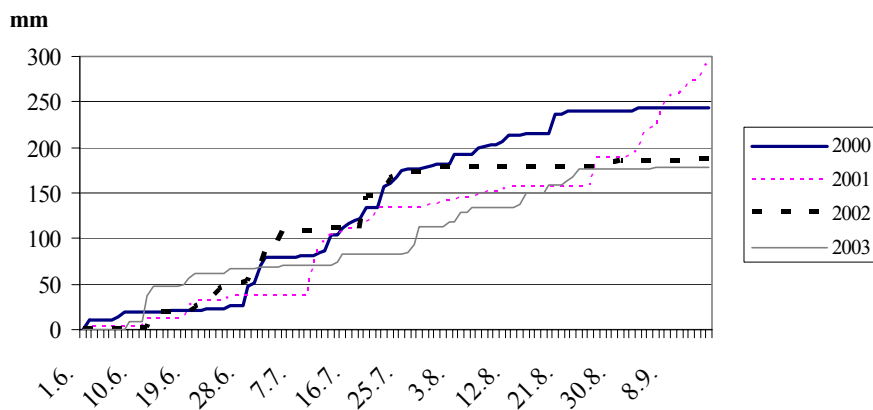


muuttujia. Analyysit tehtiin SAS-ohjelmiston Mixed-ohjelmalla. Vuoden 2000 kasvustomittauksia analysoidessa käytettävissä oli vain kolmesta lohkoista tehdyt mittaustulokset, sillä osa taimista kuoli istutuksen jälkeen ja neljäs lohko oli niin epätasainen, että kasvustonäytteitä ei voitu ottaa luotettavasti. Satoruudut saatiin kuitenkin sijoitettua tähänkin lohkoon.

Tilastollisten analyysien tulokset on esitetty käsittelyiden vaikutusta kuvaavina merkitsevyyksinä eli p-arvoina. Yleensä vaikutusta ei pidetä merkitseväenä, mikäli p-arvo on yli 0,05.



Kuva 1. Viikoittainen keskilämpötila kesäkuun alusta syyskuun puoliväliin Piikkiössä vuosina 2000–2003.



Kuva 2. Sadesumma laskettuna kesäkuun alusta vuosina 2000–2003 Piikkiössä.

# Tulokset ja tulosten tarkastelu

## Esikokeesta lupaavia tuloksia

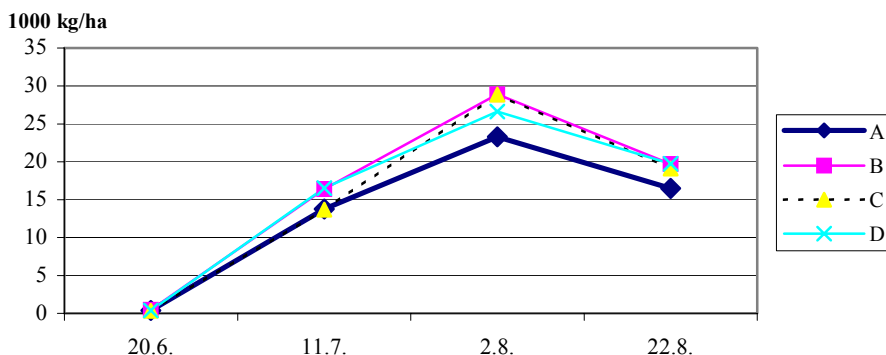
Heti ensimmäisen vuoden kokeessa saatiin hyviä tuloksia tihkukastelusta ja siihen liitetystä kastelulannoituksesta. Kasvukausi oli sateinen eikä kastelutarvetta ollut lainkaan, sillä tensiometrit eivät koko kesänä osoittaneet alle -200 hPa:n lukemia. Silti tihkukastelu ja kastelulannoitus vaikuttivat kasuston kehittymiseen ja satoon. Versojen tuore- ja kuivamassa olivat pienimmät ilman tihkukastelua kasvaneessa A-käsittelyssä (Kuva 3), tosin lannoituskäsittelyn vaikutus ei ollut tilastollisen analyysin mukaan kovin merkitsevä ( $p > 0,05$ ). Pellolla tehdyissä havainnoissa ilmeni, että lehtiä ja sivuversoja kehittyi enemmän kastelulannoitettuihin (C ja D) kuin ilman tihkukastelua (A) ja kastelulannoitusta (A ja B) viljeltyihin kasveihin (Peräinen 2003). Kastelulannoitettujen kasvien sivuversoissa oli myös jonkin verran enemmän kukkia kuin A- ja B-käsittelyiden kasveissa. Käsittelyt eivät vaikuttaneet kukkien abortoitumiseen (Peräinen 2003).

Satokauden alkupuolella B- ja D-käsittelyiden kasvit tuottivat satoa hieman enemmän kuin A- ja C-ruutujen kasvit (Kuva 4). Satoerot olivat suurimmillaan satokauden puolivälissä, jolloin perinteistä viljelytapaa vastanneen A-käsittelyn sato oli heikoin. Viimeisen jakson aikana D-käsittelyn saama tyyppimäärä nousi muita korkeammaksi ja se oli sadoltaan selvästi muita käsitteilyitä parempi. Kokonaissato oli siten suurin D-käsittelyssä ja pienin A-käsittelyssä (Taulukko 6). 1. luokan sadon osuus oli 90–94 % kokonaissadosta, eikä osuudessa ollut eroja käsittelyiden välillä ( $p = 0,244$ ).

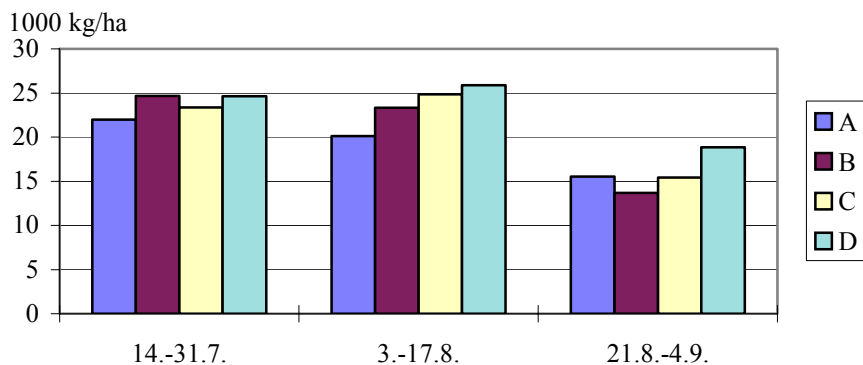
Esikokeen tulokset osoittivat, että tihkukastelusta on saavutettavissa suurin hyöty juuri menetelmän tarjoaman vaivattoman lisälannoitusmahdollisuuden vuoksi. A-käsittelyssä annettu lisätyppilannoitus rakeisilla lannoitteilla saattoi hieman myöhästyä, minkä vuoksi sadontuotto heikkeni elokuun alussa maan liukoisen tyyppien määrän oltua liian alhainen. Kestolannosta saaneen B-käsittelyn sadontuottokyky hiipui lupaavasta alusta huolimatta satokauden lopulla (Kuva 4), ja silmävaraisestikin arvioituna sen kasvusto oli loppukesällä väriltään keltaisin. Tihkukastelusta ja kastelulannoituksesta saatujen positiivisten tulosten takia seuraavien vuosien kokeissa luovuttiin kokonaan menetelmän vertaamisesta päältäkasteluun ja keskityttiin tihkukastelun tarkentamiseen ja kehittämiseen.

Koalueen suojariveissä vertailtiin yksittäistaimia kahden ja kolmen kasvin ryhmätaimiin. Kutakin taimityyppiä oli vain kaksi 10 metrin mittaista riviä, joten vertailu ei ollut kovin kattavaa. Alkuvaiheessa ei taimityyppien välillä ollut eroja sadontuotossa, mutta loppukaudella yhden taimen ryhmät tuottivat selvästi eniten ja kolmen taimen ryhmät heikoiten. Kaksoistaimien tuottama kokonaissato oli 90 % ja kolmoistaimien kokonaissato vain 84 % yksittäis-

taimien sadosta. Ryhmätaimien tavoitteena oli saavuttaa peittävä kasvusto mahdollisimman aikaisin kasvukaudella ja näin parantaa kasvuston sadon-  
tuottoa. Tämä ei ainakaan tässä kokeessa tuottanut tulosta mutta vaatisi  
lisätutkimusta.



Kuva 3. Avomaankurkku lehtien ja varsien yhteenlaskettu tuoremassa eri lannoituskäsittelyissä A-D eri havaintopäivinä vuonna 2000. Käsittelyt on esitelty taulukossa 2.



Kuva 4. Kokonaissato eri lannoituskäsittelyissä A-D jaksoittain vuonna 2000. Käsittelyt on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 6. Kokonais- ja 1. luokan sato eri käsittelyissä vuonna 2000.

Käsittely	N-P-K kg/ha	Kokonais- sato 1000 kg/ha	1. luokan sato 1000 kg/ha
A "perinteinen"	120-35-136	57,6	53,9
B "kestolannos"	120-35-120	61,7	55,5
C "kastelulannoitus 1"	125-38-133	63,6	59,2
D "kastelulannoitus 2"	135-40-132	69,3	65,1
<i>p</i>		0,006	0,011

## **Kastelumääriä lisäämällä rehevämpi kasvu ja hieman suurempi sato**

### **Kokemuksia maan kosteuden mittaamisesta ja hallinnasta**

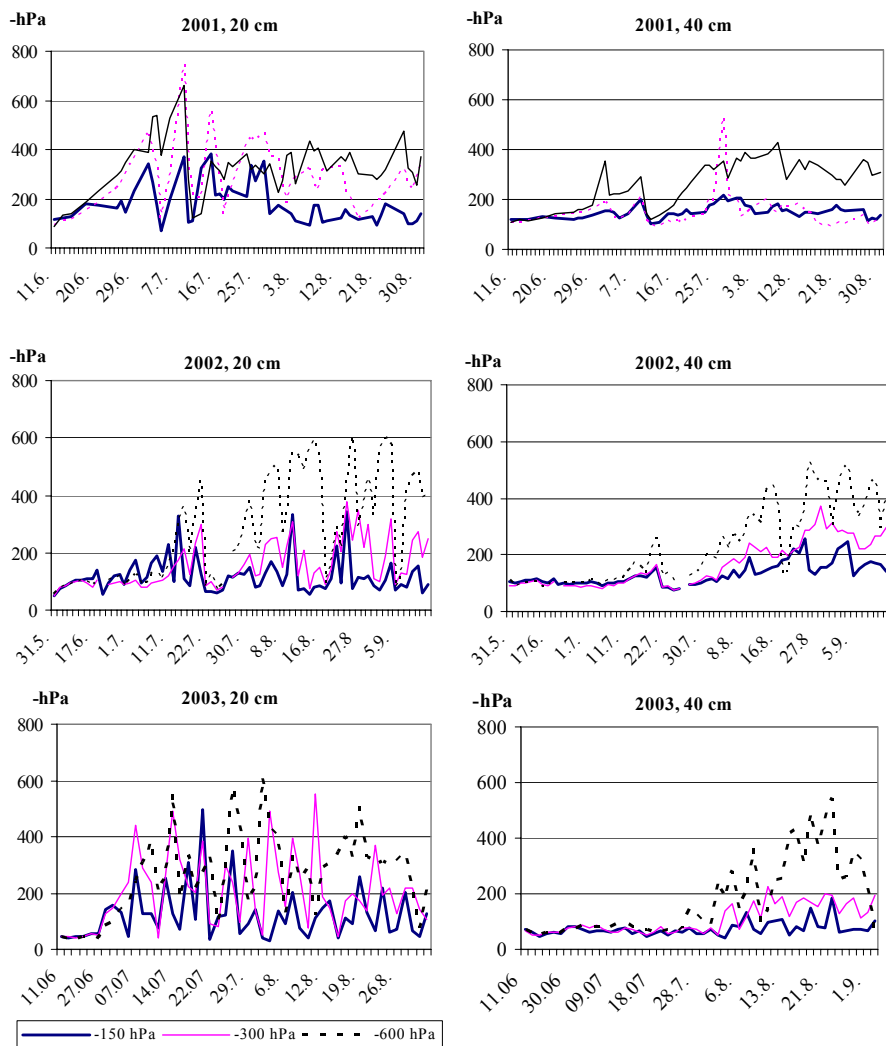
Maan kosteuden mittaamisessa käytettiin pääasiassa Nieuwkoopin käsinluetavia tensiometrejä. Mittaukset tehtiin yleensä aamulla noin kello yhdeksän aikaan, minkä perusteella päätettiin päivän kastelutarpeesta. Varsinkin vuonna 2001 ongelmia aiheutti kosteustilan vaihtelu kokeen eri osissa. Vaihteluun vaikuttaneita syitä selvitettyämme päädyimme siihen, että pääosa vaihtelusta johtui epätasaisesta maan rakenteesta ja paikallisista rakenneongelmista. Muina vuosina kosteusmittausten tulkinta oli helpompaa, vaikka vaihtelua toki aina esiintyy.

Kaikkina koevuosina ja kaikissa käsittelyissä maa pysyi kosteana kesäkuun loppupuolelle asti ilman kastelua (Kuva 5). Hietamaassa vesi liikkui tehokkaasti syvemmistä kerroksista lähemmäs pintaa, ja vuoden 2003 koepaikalla savimaa oli istutettaessa hyvin märkää kevään ja alkukesän sateiden jälkeen. Kesäkuun lopun jälkeen maa kuivui nopeasti, kun kasvusto alkoi olla peittävä ja sää oli yleensä lämmin ja helteinen.

Haluttujen kosteustasojen ylläpito onnistui kohtalaisesti (Kuva 5), ja kastelumäärät vaihtelivat käsittelyiden välillä selvästi (Taulukko 7). Kastelumäärät olivat samansuuntaisia kuin saksalaisessa tutkimuksessa (Roth & Günther 2002) mitattu vedenkulutus. Saksassa tihkukastellun kurkun kokonaisvedenkulutus oli noin 300 mm, kun kasvuaika oli 143 vuorokautta. Vedenkulutus alkoi nousta voimakkaasti ensimmäisen poiminnan aikaan, ja se oli korkeimmillaan elokuussa, josta se laski nopeasti satokauden loppua kohti. Tihkukastelumenetelmän käyttö ja muovi maanpinnan katteena vähensivät veden kulutusta verrattuna muihin saman kasvuajan kasveihin.

Vuoden 2002 kastelumäärät olivat kokeessamme pienimmät, sillä kesäkuun lopun ja heinäkuun alun runsaat sateet tuottivat maahan suuren vesivaraston, josta vettä nousi myös sadevedeltä suojatulle koelalle. Myös ilmankosteus oli korkea ja haihdunta näin vähäistä.

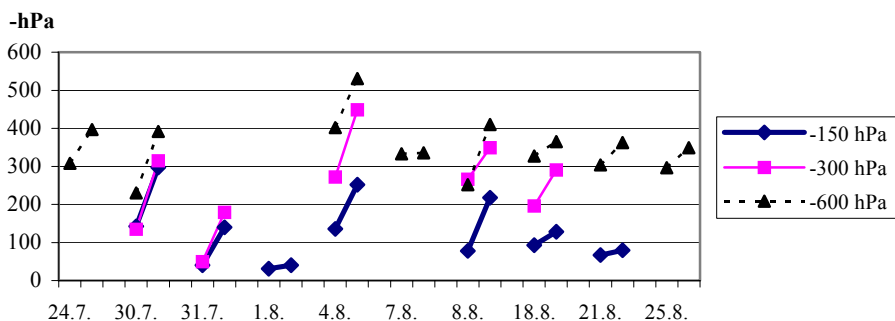
Kun kastelupäätökset tehtiin lähempänä pintaa eli 20 cm:n syvyydessä olleiden tensiometrien mukaan, kosteustilanne 40 cm:n syvyydessä muuttui syksyä kohti eri kastelurajoja käytettäessä. Erityisesti ”kuivinta” kastelurajaa (-600 hPa) käytettäessä maa alkoi kuivua syvemmistä kerroksista selvästi heinäkuun lopulta alkaen joka vuosi (Kuva 5). Kurkun juuristo sijaitsee pääosin lähempänä pintaa, joten kosteustila 40 cm:n syvyydessä ei välttämättä suoraan vaikuta kasvin veden saantiin. Syvempien maakerrosten kuivuminen merkitsee kuitenkin maan omien vesivarastojen vähenemistä, jolloin kasvit ovat entistä riippuvaisempia kasteluvädestä.



Kuva 5. Tensiometriä osoittama maan kosteustila eri kastelurajoja käytettäessä 20 ja 40 cm:n syvyydessä eri vuosina.

Taulukko 7. Kastelumäärät (litraa/rivimetri) eri kastelurajoja käytettäessä.

Kasteluraja hPa	Vuosi	2001	2002	2003
-150		340	226	349
-300		301	147	264
-600		199	101	152



Kuva 6. Maan kosteustilan muutos päivän aikana eri kastelurajakäsittelyissä kesällä 2003 (noin kello 9-15), kun päivällä ei ole kasteltu.

Vuonna 2003 mitattiin maan kosteutta usein kaksi kertaa päivässä, aamulla ennen kastelupäätöstä ja iltapäivällä klo 14-15 aikoihin. Vaikka aamulla kosteustila oli hyvä eikä kastelutarvetta ollut, maa saattoi kuivua päivän mittaan voimakkaasti (Kuva 6). Muutos tensiometriä osoittamassa imussa oli usein 100–150 hPa, mutta kuivuminen hidastui syyskesällä. Tulosten mukaan muutokset ovat helteisinä päivinä nopeita ja kasteluun on syytä ryhtyä heti, kun kosteustila saavuttaa kastelun aloittamiselle asetetun raja-arvon. Yön aikana kosteustilan korjaantuu jonkin verran, kun haihdunta on vähäistä ja vettä siirtyy maassa kasvien juuristovyöhykkeeseen.

Tihkuletkun ja varsinkin tihkusuuttimen kohdalla maan kosteusvaihtelu oli hietamaalla pienintä, ja tensiometriä imut olivat kasteluajanjaksona lähellä 100 hPa. Vuoden 2003 savimaalla tihkuletkunkin kohdalla esiintyi selvää kosteusvaihtelua tihkusuuttimen sijainnista johtuen. Taimirivin kohdalla ja varsinkin tihkuletkun vastakkaisella puolella maan kosteusvaihtelut olivat molemmilla maalajeilla hieman suurempia, ja tensiometriä lukemat vaihtelivat yleensä -100 ja -500 hPa:n välillä. Kastelun vaikutus havaittiin jatkuvisissa mittauksissa nopeasti, ja noin kahden tunnin kuluttua tensiometriä imut olivat jo yleensä laskeneet kastelun määrittämälle tasolle.

## Maan kosteustila vaikutti versojen ja juurten kasvuun

Erilainen kosteustila vaikutti versojen kasvuun jonkin verran joka vuosi (Taulukko 8). Runsain kastelu lisäsi lehtien ja sivuversojen määrää verrattuna kahteen kuivempaan pidettyyn käsittelyyn, mutta vaikutus ei yleensä ollut tilastollisesti merkitsevä. Kastelun vaikutus lehtien määrään oli merkitsevin vuonna 2001 ( $p=0,064$ ) ja sivuversojen määrään vuosina 2001 ( $p=0,053$ ) ja 2002 ( $p=0,030$ ). Kukkien määrään havaintopäivinä käsittelet eivät vaikuttaneet. Kasvuston rehevyseroja ei yleensä voinut havaita silmävaraisesti, mutta vuonna 2003 eniten kasteltu käsittely erottui selvästi rehevimpänä ja väriltään vaaleimpana, kun taas vähiten kasteltu kasvusto oli niukin.

Taulukko 8. Avomaankurkun lehtien ja sivuversojen määrä eri tavoin kastelluissa kasveissa viimeisenä havaintopäivänä heinäkuussa.

Kasteluraja hPa	Lehtien määrä kpl/kasvi			Sivuversojen määrä kpl/kasvi		
	25.7.2001	16.7.2002	22.7.2003	25.7.2001	16.7.2002	22.7.2003
-150	95	68	54	5,6	6,3	3,9
-300	83	59	53	4,7	4,4	3,4
-600	77	56	49	4,3	4,4	3,3

Kuivuusstressin tiedetään vaikuttavan ilmarakojen avautumiseen ja yhteyttämistehoon, mikä heijastuu kasvuun. Janoudi & Widders (1993) totesivat, että kasvihuoneessa ruukuissa kasvatettujen avomaankurkkujen yhteyttäminen laski puoleen, kun kasvualustan annettiin kuivua. Tämä laski kuiva-aineen tuotantoa lähes puoleen. Yhteyttämisteho palautui kuitenkin nopeasti (12 tunnin kuluessa), kun kasvualusta jälleen kasteltiin (Janoudi ym. 1993).

Juuriston laajuutta tarkasteltiin satokauden päätyttyä syksyllä 2002 ja 2003. Ennako-oletus oli, että erilaiset kastelumäärät vaikuttivat juuriston laajuuteen ja syvyyteen, koska ”kosteinta” kastelurajaa (-150 hPa) käytettäessä maa tuntui kuivuvan nopeimmin kastelun jälkeen. Juuriston runsaudessa ja laajuudessa ei kuitenkaan pystytty havaitsemaan selviä eroja käsittelyiden välillä, kun juuristoa tarkasteltiin penkin poikki kaivetuista profiileista. Vuonna 2002 juuristo ulottui 35–40 cm:n syvyyteen ja vuonna 2003 30–35 cm:n syvyyteen. Yllättävää oli, että vaikka kaikki vesi annettiin tihkuletkujen kautta eikä sadevesi päässyt kastelemaan käytäviä, juuria oli runsaasti koko penkin leveydellä ja jopa käytävillä kaukana tihkuletkusta. Näin ollen vain osa juuristoa, tosin tuuhein osa, sijaitsi selvästi kosteassa maavyöhykkeessä. Kovin tarkkoja havaintoja tihkukastelun vaikutuksesta juuriston kehitykseen ei tällä menetelmällä saatu, joten juuriston tarkempi tutkiminen olisi tarpeen.

Saksassa tehdyssä tutkimuksessa (Mosler & Schnitzler 1997) havaittiin, että tuuhein juuristo hakeutui letkun läheisyyteen. Kun tihkuletku oli taimirivin vieressä muovin alla, juurten kärjistä 73–76 % pysyi muovin alla penkissä ja juuristo pystyi tehokkaasti hyödyntämään letkujen kautta annetun veden ja ravinteet. Kun letku taas sijaitsi käytävällä, juurten kärjistä vain 34–51 % oli muovin alla penkissä. Kaikissa käsittelyissä 74–89 % juuren kärjistä sijaitsi ylimmässä 30 cm:n maakerroksessa, joten maan kosteutta on syytä mitata juuristokerroksen keskeltä, 15–20 cm:n syvyydestä.

### **Kosteustilan vaikutus sadon määrään 5–20 %**

Ensimmäisenä kahtena koevuonna kosteustilan vaikutus satoon ei ollut tilastollisesti merkitsevä, vaikka sato oli suurin eniten vettä saaneissa ruuduissa (Taulukko 9). Keskiarvoissa ero eniten ja vähiten kastellun käsittelyn tuottaman kokonaissadon välillä oli 12 % vuonna 2001 ja vain 5 % vuonna 2002.

Sen sijaan viimeisenä koevuonna käsittelyn vaikutus oli selkeämpi ja tilastollisesti merkitsevä: kuivimpana pidettyyn käsittelyyn verrattuna kokonaissato oli -150 hPa:n kastelurajaa käytettäessä 20 % suurempi ja -300 hPa:n kastelurajaa käytettäessä 12 % suurempi. Ero näkyi koko satokauden ajan.

Syynä vuoden 2003 suurempaan satovaikutukseen voi olla maalajin vaihtuminen. Vuoden 2003 koe toteutettiin hietasavimaalla, jossa kapillaarisen veden nousu on vähäisempää, maan kosteuserot tasoittuvat hitaammin ja vesi liikkuu yleensäkin hitaammin kuin hietamaalla. Vuonna 2003 satotaso oli alempi kuin edellisinä vuosina, vaikka kasvusto oli terve ja elinvoimainen.

Kuivuuden vaikutus satoon johtuu sekä fotosynteesin hidastumisesta että mahdollisesti myös hedelmien välisestä kilpailusta. Ortega & Kretchman (1982) havaitsivat, että kuivuusstressi hidasti etenkin nuorten hedelmien kasvua, kun taas isot hedelmät pystyivät jatkamaan kasvuaan veden puutteesta huolimatta. Näin kuivuus voi heikentää satoa vielä useina poimintakertoina kuivuusstressin päätyttyä.

## Kosteustila ei vaikuttanut hedelmien laatuun

Hedelmien ulkoinen laatu oli joka vuosi hyvä, eikä kastelukäsittely vaikuttanut laatuun. 1. luokkaan sisältyi aina vähintään 90 % kokonaissadosta.

Vuonna 2003 mitattiin hedelmien kiinteyttä satokauden puolivälissä ja lopulla. Kiinteydessä ei myöskään mitattu eroja käsittelyiden välillä (Taulukko 10). Hedelmät olivat yhtä kiinteitä molemmilla mittauskerroilla, vaikka hedelmien keskipaino oli jälkimmäisellä kerralla suurempi.

Taulukko 9. Maan kosteustilan vaikutus kokonais- ja 1. luokan satoon (kg/ruutu) vuosina 2001-2003.

Kasteluraja hPa	2001		2002		2003	
	Kok.	1. lk	Kok.	1. lk	Kok.	1. lk
-150	60,1	55,6	71,1	66,7	51,8	48,0
-300	58,1	53,8	67,6	63,2	48,4	45,1
-600	53,8	48,6	67,4	62,7	43,3	40,5
<i>p</i>	0,276	0,147	0,550	0,477	0,003	0,006

Taulukko 10. Maan kosteustilan vaikutus kurkun hedelmien kiinteyteen kahdella mittauskerralla elokuussa. *P*-arvo ilmoittaa kastelukäsittelyn vaikutuksen merkitsevyyden mallissa, jossa olivat mukana molemmat mittausajan kohdat.

Kasteluraja hPa	Kuoren kovuus (N)		Mittaukseen käytetty työ (J)	
	7.8.	29.8.	7.8.	29.8.
-150	34,8	34,8	0,20	0,21
-300	34,8	33,3	0,21	0,21
-600	34,5	33,4	0,20	0,20
<i>p</i>	0,319		0,322	



# Lannoituskokeissa hyvä sato kohtuullisella ravinmäärällä

## Kastelu maan kosteusmittauksia hyödyntäen

Lannoituskokeissa saatiin kokemuksia tihkukastelun hyödyntämisestä tavallisissa avomaaoloissa. Maan kosteustilan hallinta oli helpompaa kuin muovihuoneessa, jossa sadevesi ei kevään jälkeen tasoittanut kosteustilaa. Kaikki kokesät olivat lämpimiä, joten kastelumäärät olivat suuria myös avomaalla. Vuonna 2001 kasteltiin 186 litraa rivimetrille (millimetreiksi koko alalle muunnettuna 124 mm), vuonna 2002 kastelumäärä oli 99 litraa rivimetrille (66 mm) ja vuonna 2003 kasteltiin yhteensä 169 litraa rivimetrille (113 mm). Kastelumäärät olivat yleensä suurimmillaan heinäkuun jälkipuoliskolla, jolloin kasvusto on rehevimmillään ja satoa poimitaan. Sateet toki vaikuttivat selvästi kastelutarpeeseen.

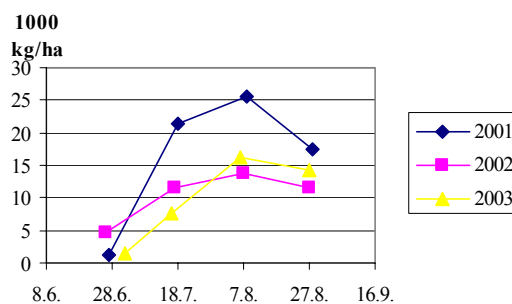
Sekä kastelukokeesta että avomaalta saatujen kokemusten mukaan avomaankurkun tihkukastelutarve hietamaalla on suunnilleen seuraava, jos sademäärä on vähäinen ja sää lämmin: Kesäkuun alkupuolella kastelua tarvitaan turvaamaan taimien kasvuunlähtö, mutta veden kulutus on vähäistä lehtialan ollessa pieni. Kesäkuun lopussa kastelua tarvitaan noin 10 mm viikossa. Tästä kastelutarve lisääntyy likimain suoraviivaisesti heinäkuun lopulle, jolloin kastelutarve on 30–40 mm viikossa. Elokuun alkupuolella kastelutarve alkaa vähentyä, kun kasvusto alkaa ränsistyä, sää yleensä viilenee ja ilman kosteus lisääntyy. Elokuussa alun jälkeen kastelutarve on 10–20 mm viikossa. Nämä arviot pohjautuvat ainoastaan Piikkiössä saatuihin kokemuksiin. Jos koko kesänä ei saada merkittäviä sateita, kastelutarve on vielä suurempi. Sateisina kesinä kastelutarve voi olla vain murto-osa näistä määristä. Maan kosteuden mittaaminen on suositeltava tapa tarkentaa kastelutarpeen määritystä.

## Peruslannoitus ennen istutusta turvaa alkukasvun

Vuosien 2001–2003 kokeissa kastelulannoitus aloitettiin vasta kesäheinäkuun vaihteessa maan typpimittausten osoitettua liukoisen typen määrän vähenemisen. Ennen istutusta annettu peruslannoitus riitti turvaamaan taimien kasvuunlähdön ja alkukehityksen. Vuosina 2002 ja 2003 verrattiin erilaisia peruslannoitusmääriä. Myös 40 %:lla alennettu typpimäärä riitti alkuun hyvin, sillä kasvustomittausten ja satotulosten mukaan käsittelyt, joissa oli alennettu peruslannoitus, tuottivat satokauden alkuun mennessä yhtä rehevän kasvuston kuin suuremman peruslannoituksen saanut käsittely. Käsittelyillä oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus kasvuston tuoremassaan vain vuonna 2003 ( $p=0,013$ ), jolloin alimman kokonaistyppimäärän saanut B-käsittely ja lisätyn kaliummannoksen saanut E-käsittely tuottivat massaltaan muita pienemmän kasvuston. Tällöinkin erot alkoivat näkyä vasta toisella näyttekerralla.

la, 16.7. Alempi peruslannoitus ei siten heikentänyt kasvuston kehittymistä eikä satoa. Kuvassa 7 on esitetty versojen tuorepainon kehitys eri vuosina lannoituskäsittelyiden keskiarvona.

Sama tulos saatiin myös esikokeessa vuonna 2000, jolloin alhaisen peruslannoituksen saanut mutta voimakkaammin kastelulannoitettu käsittely tuotti parhaan sadon. Näin ollen niukahko peruslannoitus riittää alkukehityksen turvaamiseen, jolloin penkin johtoluku ei nouse liian korkeaksi ja ravinnehävikkien riski pienenee verrattuna runsaskätiseen kevätlannoitukseen. Peruslannoituksen määrä vaikuttaa kuitenkin tarvittavaan kastelulannoitukseen.



Kuva 7. Versojen (lehdet + varret) tuoremassan kertymä kasvukauden kuluessa eri lannoitusohjelmien keskiarvona.

## Kastelulannoituksessa typpeä ja kaliumia

Kahtena vuonna verrattiin kastelulannoituksessa pelkästään typpeä ja kaliumia (sekä kalsiumia) sisältävien lannoitteiden (kalkkisalpietari ja kaliuminitraatti) käyttöä moniravinteisten täyslannoitteiden käyttöön. Vertailuissa käsittelyissä ravinteiden kokonaismäärät olivat samat. Tulokset osoittivat (Taulukko 11), että typen ja kaliumin lisääminen riittää eikä kalliimpia täysravinteita tarvita, mikäli maan ravinnetila on tasapainoinen. Muut kasvukaudella kuluvat ravinteet voidaan antaa keväällä peruslannoituksessa penkkiin valmiiksi.

Vuonna 2001 selvitettiin myös runsaasti fosforia sisältävän starttilannoituksen (Kemfos) hyötyjä. Kokeessa ei havaittu starttilannoituksella mitään vaikutusta kasvuun tai satoon (Taulukko 11), joten kokeilua ei jatkettu enää seuraavina vuosina. Todennäköisesti starttilannoituksesta on enemmän hyötyä kasveilla, jotka kylvetään tai istutetaan kylmempään maahan, ja jos maan kosteustila ei ole hallinnassa.

Taulukko 11. Kokonaissato ja 1. luokan sato (1000 kg/ha) lannoituskokeissa vuosina 2001–2003. *P*-arvo ilmoittaa lannoituskäsittelyn vaikutuksen merkitsevyyden, kun aineiston analyysissä satokausi oli jaettu kolmeen jaksoon. Jakson ja käsittelyn yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

		Lannoitusohjelma			Sato	
	Koodi	Perusl.	Kastelul.	N-P-K, kg/ha	yht.	1. lk
2001	A	normaali	N+K	140-40-180	71,0	65,4
	B	normaali	startti+N+K	140-40-180	75,0	69,2
	C	normaali	NPK	140-40-180	75,6	70,0
	D	normaali	N+K lisätty	154-40-199	78,1	71,0
	<i>p</i>				0,123	0,184
2002	A	normaali	N+K	151-40-195	74,4	64,0
	B	alennettu	N+K	118-24-158	73,0	64,0
	C	alennettu	NPK	119-27-153	70,2	61,1
	D	alennettu	N+K lisätty	134-24-174	73,2	64,0
	<i>p</i>				0,220	0,380
2003	A	normaali	N+K	140-40-180	73,4	65,7
	B	alennettu	N+K	110-40-181	62,8	55,6
	C	alennettu	N+K lisätty	140-40-181	70,6	63,0
	D	normaali	N+K lisätty	170-40-180	78,1	68,8
	E	alennettu	N+K lisätty K	140-40-225	71,6	64,1
	<i>p</i>				<0,001	<0,001

## Typen määrän arviointi vaikein tehtävä

Tarvittavan typen määrän arviointi on hankalaa, sillä satokaudella kurkku kuluttaa runsaasti typpeä ja maan typpimäärä voi vähentyä nopeasti. Kokeissamme typen määrä oli kastelulannoituksessa yleensä vakio, mutta vuosien 2001 ja 2002 kokeissa viikkoannoksen lannoitusmäärää lisättiin 30 %, jos kurkun alkuja oli runsaasti ja säätila lämmin. Molemmat kesät olivat lämpimiä, joten useimmilla lannoituskerroilla annettiin suurempaa annosta (vuonna 2001 kuudella kerralla kahdeksasta ja vuonna 2002 kuudella kerralla yhdeksästä). Erityisesti vuonna 2001 suurempi annos lisäsi satoa hieman, mutta vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 11). Kastelulannoitusannoksen kasvaessa lisääntyi sekä typen että kaliumin määrä.

Vuonna 2003 haluttiin verrata tarkemmin typen annostuksen vaikutuksia. Kokeessa oli kokonaistyyppimäärältään kolme eri tasoa, 110, 140 ja 170 kg/ha, jotka muodostuivat kahden peruslannoitustason (50 ja 80 kg/ha) sekä kahden kastelulannoitustason (60 ja 90 kg/ha) yhdistelminä. Kuten edellä todettiin, molemmat peruslannoitusmäärät tuottivat samanlaisen kasvuston satokauden alkuun mennessä. Sen sijaan alempaan peruslannoitukseen yhdistetty alempi kastelulannoitus ei ollut tänä vuonna riittävä, vaan versojen massa ja sato jäivät heikoimmiksi yhteensä vain 110 kg/ha typpeä saaneessa käsittelyssä B. Typen kokonaismäärä 140 kg/ha tuotti saman tuloksen, olipa lannoituksen painopiste perus- tai kastelulannoituksessa. Suuremman peruslannoituksen ja suuremman kastelulannoituksen saanut käsittely (typeä yhteensä 170 kg/ha) tuotti kaikkein korkeimman sadon (Taulukko 11), mutta

sadonlisä verrannekäsittelyyn A nähden oli vain 6 % (1. luokan sadossa 5 %) eikä se ollut tilastollisen analyysin mukaan merkitsevä ( $p=0,103$ ).

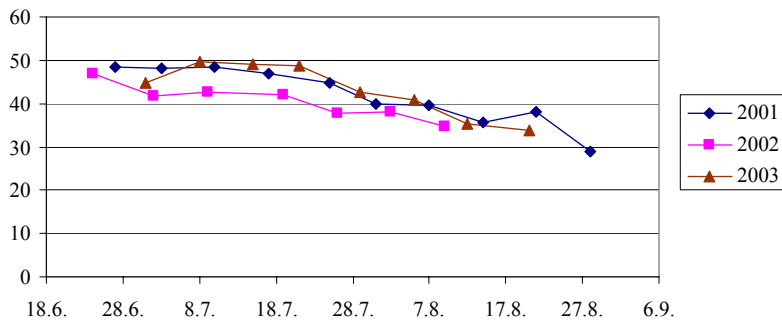
Lisätyn annoksen kaliumia kastelulannoituksessa saanut käsittely ei poikennut sadon määrän perusteella muista saman typpimäärän saaneista käsittelyistä (Taulukko 11). Jostakin syystä sen tuottama kasvusto jäi massaltaan yhtä heikoksi kuin alimman typpiannoksen saaneen B-käsittelyn kasvusto. Tähän ei ole mitään järkevää selitystä, sillä kaliumin lisäämisen ei voi olettaa heikentävän kasvua. Tilastollisesti merkitseväksi katsottava vaikutus täytynee siten johtua koekentällä aina ilmenevästä satunnaisvaihtelusta.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että yleensä typen kokonaismääräksi riittää 120–140 kg/ha. Tästä voidaan antaa peruslannoituksessa jopa vain 40–50 kg/ha, mutta tällöin kastelulannoituksessa on käytettävä riittäviä typpimääriä. Melko vähäinen typpiannos peruslannoituksessa on kuitenkin suositeltava, jotta turhilta ravinnehävikeltä vältytään. Lisäksi tällöin on mahdollista optimoida typen kokonaismäärä kasvuston kehittymisen perusteella.

Olosuhteiltaan suotuisina kasvukausina typen kokonaismäärää voidaan lisätä mainitusta tasosta, mutta odotettavissa oleva sadonlisä on tulosten perusteella vain noin 5 %. Tarvittava typpimäärä on siten alhaisempi kuin monissa eteläisemmissä maissa. Saksassa tehdyssä kokeessa (Krahnströver 2000) saatiin selvä sadonlisä (38 %), kun typpimäärää lisättiin määrästä 160 kg/ha jopa 240 kg/ha:aan. Suomessa vähäisempi typpimäärä riittää, koska maassa on yleensä paljon orgaanista ainesta ja pitkän päivän ansiosta kasvusto rehevöityy helposti.

Liukaisen typen seuranta on hyvä apukeino kastelulannoituksen aloittamisajankohdan määrittämiseen. Kynnysarvona kastelulannoituksen aloittamiseen on pidetty typen määrää 50–70 kg/ha penkistä mitattuna.

Lehden väriä kuvaavia SPAD-arvoja mitattiin, jotta voitaisiin arvioida kasvin typpitilan muutoksia. Mittaustulokset osoittivatkin hyvin kasvuston kehitystymin vihreästä ja elinvoimaisesta versostosta vanhenevaan ja vähitellen kellastuvaan kasvustoon (Kuva 8). Vihreys alkoi vähentyä heinäkuun lopulla. Mittauksissa ilmenivät selvästi vuoden 2002 kasvuston kärsimät oireet, sillä SPAD-arvot olivat heti kesäkuun alusta alkaen selvästi alemmat kuin muina vuosina. Lisäksi vuonna 2003 mittauksissa erottui alhaisimman typpikäsittelyn saaneen B-käsittelyn muita heikompi väri. Vaikka ero verrannekäsittelyyn A oli vain noin kaksi yksikköä, se oli tilastollisesti hyvin merkitsevä ( $p<0,001$ ). SPAD-mittauksia on kuitenkin toistaiseksi vaikea hyödyntää esimerkiksi lannoituspäätöksiä tehtäessä, sillä tulkinta vaatisi lisää mittausaineistoa eri koepaikoilta ja vuosilta.



Kuva 8. A-käsittelyn (katso taulukko 5) kasvien lehdistä mitatut SPAD-arvot eri vuosina. Mitä suurempi arvo on, sitä vihreämpiä lehdet ovat.

## Lannoitusohjelmat eivät vaikuttaneet kurkun laatuun

1. luokan kurkkujen eli halkaisijaltaan 25–45 mm:n kokoisten hyvälaatuisten kurkkujen osuus vaihteli vuosittain 87 ja 92 %:n välillä. Suuri osa 1. luokan ulkopuolelle lajitelluista kurkuista oli ylisuuria, lisäksi sadossa oli jonkin verran epämuotoisia kurkkuja. Epämuotoisten kurkkujen osuus oli suurin (7 % kokonaissadosta) vuonna 2002. Lannoitusohjelmat eivät yhtenäkkään vuonna vaikuttaneet 1. luokan osuuteen ( $p > 0,10$ ).

Kurkkujen kiinteyttä mitattiin vuonna 2003 kahden poimintakerran sadosta (Taulukko 12). Lannoituskäsittelyt eivät vaikuttaneet kiinteyteen. Jälkimmäisellä poimintakerralla elokuun lopussa kurkut olivat vähemmän kiinteitä kuin runsaat kaksi viikkoa aiemmin.

Vaikka kokeissa ei havaittu laatueroja eri tavoin lannoitettujen kurkkujen välillä, ei ravinnetilan merkitystä laatutekijänä voi kiistää. Kasvupaikan luontainen ravinnetila ja ravinteiden keskinäinen tasapaino vaikuttavat kasvuedellytyksiin ja laadun muodostumiseen. Vuonna 2002 kurkkujen laatu oli kokeessamme heikoin, mikä lienee johtunut ravinteiden, erityisesti typen saataavuuden heikkenemisestä, vaikka maassa oli tyypeä runsaasti. Lannoitusohjelmilla ei pystytty tilanteeseen vaikuttamaan, mikä kuvastaa laadun hallinnan kokonaisvaltaisuutta – yhdellä tekijällä ei voi paikata muiden kasvutekijöiden epätasapainoa.

Myöskään kaliumin lisätyllä annostuksella kastelulannoituksessa vuonna 2003 ei saavutettu laadun paranemista. Tähän saattaa olla syynä riittävä kaliumin saanti muutenkin. Bakr & Gawish (1993) havaitsivat selvää paranemista kurkkujen kiinteydessä, säilyvyydessä, värin säilymisessä ja aistittavassa laadussa, kun kasvustoa ruiskutettiin satokaudella kaliumkloridilla tai kalsiumkarbonaatilla. Näin kalium ja kalsium ovat keskeisiä ravinteita laadun kannalta.

Taulukko 12. Lannoitusohjelmien vaikutus kurkun hedelmien kiinteyteen kahdella mittauskerralla elokuussa 2003. *P*-arvo ilmoittaa käsittelyn vaikutuksen merkitsevyyden mallissa, jossa olivat mukana molemmat mittausajankohdat.

Lannoitusohjelma			Kuoren kovuus (N)		Mittaukseen käytetty työ (J)	
Koodi	Perusl.	Kastelul.	8.8.	26.8.	8.8.	26.8.
A	normaali	N+K	39,0	36,0	0,22	0,21
B	alennettu	N+K	40,3	36,4	0,23	0,21
C	alennettu	N+K lisätty	40,0	35,9	0,22	0,20
D	normaali	N+K lisätty	40,1	34,6	0,22	0,21
E	alennettu	N+K lisätty K	39,3	36,2	0,23	0,22
<i>p</i>			0,818		0,525	

## Kurkkukasvuston ja –sadon ravinteiden otto

Kurkkukasvuston sisältämää ravinnemäärää mitattiin analysoimalla kasvustonäytteistä massa ja ravinnepitoisuudet, joiden perusteella laskettiin kasvuston sisältämä typen, fosforin ja kaliumin määrä. Sadonäytteistä analysoitiin myös ravinnepitoisuudet, joiden perusteella laskettiin sadossa poistuneiden ravinteiden määrät. Mukana ovat myös esikokeen ravinnetulokset.

Tulosten mukaan kurkku on tehokas ravinteiden ottaja. Varsien ja lehtien sisältämä ravinnemäärä oli suurimmillaan elokuun alussa, jolloin kasvuston massa oli suurin. Tällöin kasvustossa oli tyypeä 40–70 kg/ha, fosforia 7–12 kg/ha ja kaliumia 81–144 kg/ha. Ravinnemäärä riippui voimakkaasti kasvuston kokonaisuudesta, joten sekä versojen massa että ravinteiden otto oli pienin vuonna 2002. Lannoitusohjelma vaikutti tilastollisesti merkitsevästi versojen ravinteiden ottoon vuonna 2000, jolloin versojen fosforisisältö oli pienempi perinteisesti lannoitetussa A-käsittelyssä. Seuraavana vuonna fosforisisältö oli A- ja C-käsittelyissä korkeampi kuin B- ja D-käsittelyissä. Vuonna 2003 versojen ravinnesisältö oli muita pienempi käsittelyissä B ja D, joiden versomassa oli pienempi.

Satotonnia kohti poistui tyypeä 1,2–1,5 kg, fosforia 0,3–0,4 kg ja kaliumia 2,0–2,2 kg (Taulukko 13). Lannoitus ei vaikuttanut hedelmien tai muiden kasvosien ravinnepitoisuuteen johdonmukaisesti. Sadossa poistuneet kokonaisuudet olivat varsin suuria (Taulukko 13). Sadon ravinnepitoisuus oli samaa luokkaa kuin saksalaiset taulukkoarvot (Fink ym. 1999), tosin typpipitoisuus oli useimpina vuosina alempi kuin saksalainen vertailuluku, 1,5 kg satotonnia kohti. Hollantilaistutkimuksessa (Titulaer 1996) sadon ravinnesisältö oli korkeampi: tyypeä 1,8 kg, fosforia 0,5 kg ja kaliumia 2,4 kg satotonnia kohti. Kurkkujen koko vaikuttaa Titulaerin (1996) mukaan niin, että mitä suurempana kurkut kerätään, sitä alempi on sadon keskimääräinen ravinnepitoisuus. Lannoitusohjelmat vaikuttivat sadossa poistuneiden ravinteiden määrään vuonna 2000, jolloin perinteisesti lannoitetun A-käsittelyn muita pienemmässä sadossa poistui ravinteita vähiten ja suurimman sadon tuottaneessa D-käsittelyssä eniten. Vuonna 2003 tyypeä ja kaliumia poistui merkitsevästi

vähiten alimman typpilannoituksen saaneessa ja pienimmän sadon tuottaneessa B-käsittelyssä, 85 kg/ha. Sadon typpisisältö oli suurin, 115 kg/ha, eniten lannoitetussa ja suurimman sadon tuottaneessa D-käsittelyssä.

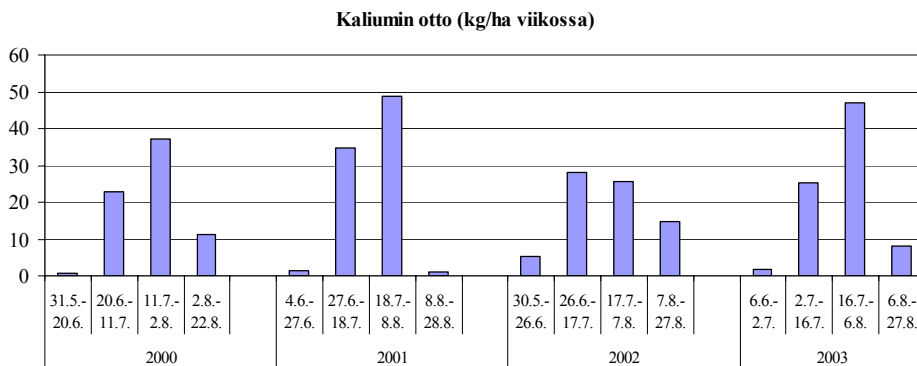
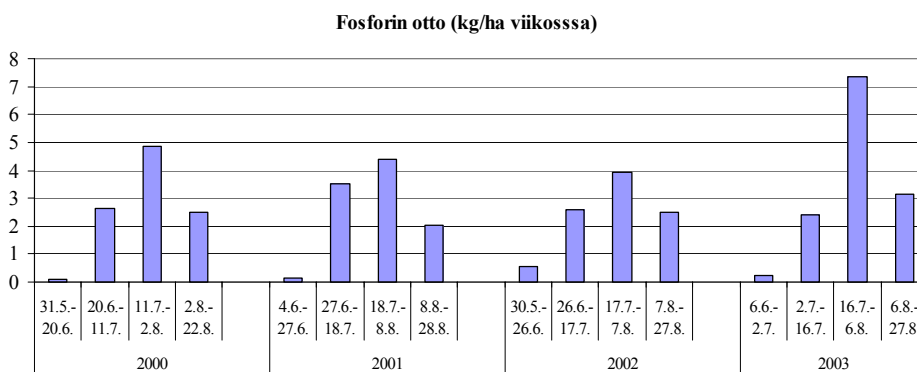
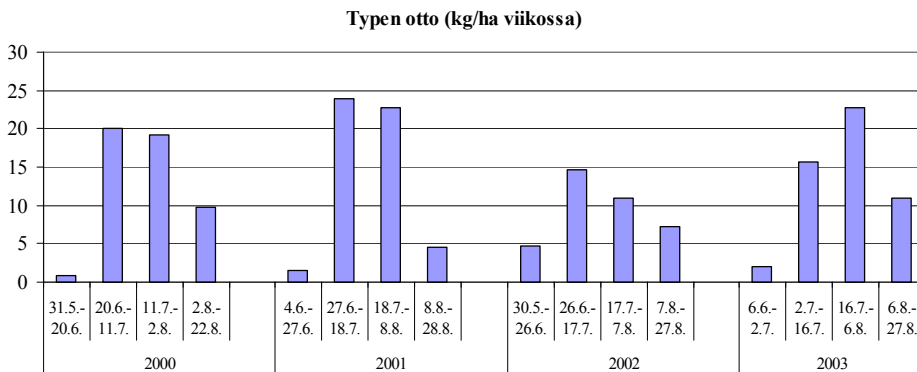
Kasvuston ottama typen kokonaismäärä viimeiseen näytekertaan eli elokuun loppupuolelle mennessä oli lannoituskäsittelyiden keskiarvona 118–159 kg/ha, fosforin määrä 27–37 kg/ha ja kaliumin määrä 194–259 kg/ha. Lannoitusohjelmat vaikuttivat tilastollisesti merkitsevästi ravinteiden kokonaisottoon ainoastaan vuonna 2000, jolloin typen otto oli muita suurempi kastelulannoitetuissa C- ja D-käsittelyissä ja fosforin otto kaikkein pienin perinteisesti lannoitetussa A-käsittelyssä. Kaliumin ottomääriin lannoitusohjelmat eivät vaikuttaneet tilastollisesti merkitsevästi. Vuonna 2003 typen ja kaliumin kokonaisotto oli tilastollisen analyysin mukaan merkitsevästi pienin käsittelyssä B ja typen otto muita suurempi käsittelyssä D.

Aivan viimeisten viikkojen ravinteiden otosta ei saatu tuloksia, koska viimeiset näytteet haluttiin ottaa ennen kuin kasvusto oli täysin ränsistynyt ja tulosten luotettavuus siksi kärsinyt. Typen otto painottui voimakkaan versojen kasvun aikaan kesä–heinäkuun vaihteeseen ja satokauden alkuun, mutta typpeä tarvittiin satokauden loppuun asti (Kuva 9). Fosforin otto painottui erityisesti satokaudelle, sillä hedelmien fosforipitoisuus on korkea. Kaliumin otto painottui versojen voimakkaaseen kasvuun ja satokauden alkupuolelle. Satokauden jälkipuoliskolla kaliumin otto oli varsin niukkaa, vaikka hedelmien kaliumipitoisuus on korkea. Koska versojen ravinnesisältö laskee kasvukauden lopulla, osa versojen ravinteista todennäköisesti hyödynnetään sadossa.

Saksalaistutkimuksessa (Makswitat ym. 1995) mitattiin kasvuston typen otoksi jopa yli 400 kg/ha, josta 70 % käytettiin hedelmiin. Suurin osa typestä oli peräisin maasta, sillä radioaktiivisesti merkitystä lannoitetypestä, jota annettiin 80 kg/ha, vain 59 % siirtyi kasviin. Kokeessa typen mineralisaatio maassa oli voimakasta, minkä arveltiin osittain johtuneen penkin katteena käytetystä muovista. Hollantilaistutkimuksessa (Titulaer 1996) ravinteiden kokonaisotto hehtaaria kohti oli 220–280 kg typpeä, 43–70 kg fosforia ja 317–375 kg kaliumia. Näihin lukuihin verrattuna ravinteiden otto kokeesamme oli selvästi alhaisempi, mikä johtuu osittain alemmasta satotasosta ja osittain alemmasta ravinnepitoisuudesta.

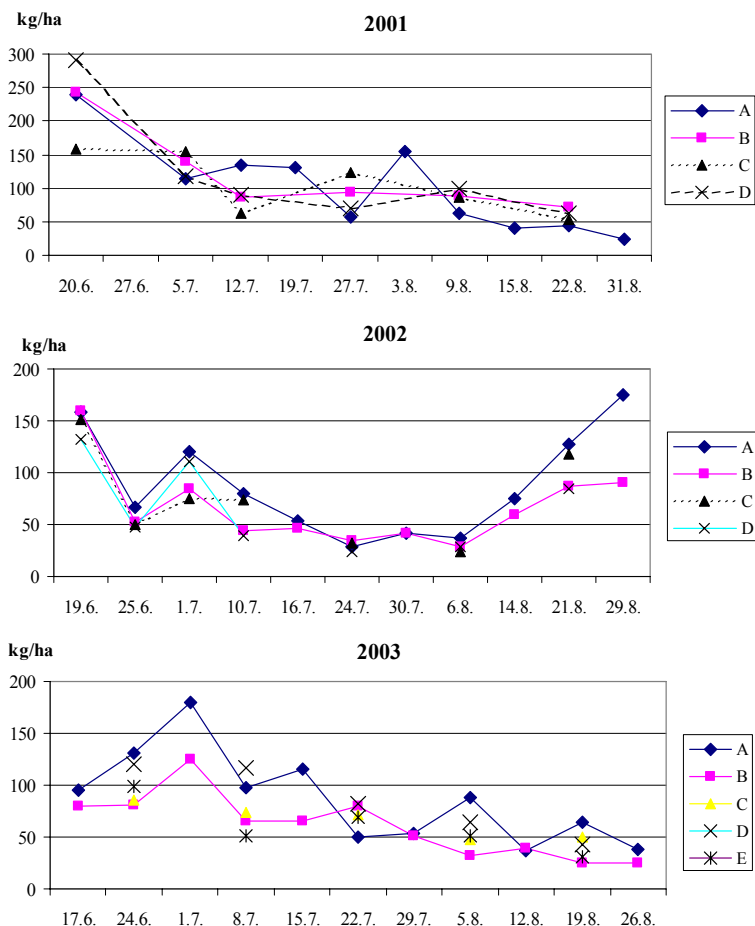
Taulukko 13. Kurkkusadossa poistuneiden typen, fosforin ja kaliumin määrät pinta-alaa ja satotonna kohti vuosina 2000–2002. Luvut ovat lannoituskäsittelyiden keskiarvoja.

Vuosi	Keskisato 1000 kg/ha	N kg/ha	P	K	N kg/1000 kg satoa	P	K
2000	63,1	94	20	129	1,5	0,3	2,0
2001	74,9	106	21	163	1,4	0,3	2,2
2002	72,7	88	21	157	1,2	0,3	2,2
2003	71,3	99	25	158	1,4	0,4	2,2



Kuva 9. Typen, fosforin ja kaliumin ottorytmi avomaankurkkukokeissa vuosina 2000–2003. Ensimmäinen aikajakso kuvaa juurtumis- ja alkukehitysvaihetta, toinen jakso voimakasta verson kasvua, kolmas jakso nopean sadon tuoton vaihetta ja neljäs jakso hitaamman sadon tuoton vaihetta.





Kuva 10. Maan liukoisen typen määrä kasvukaudella penkissä 0-25 cm:n syvyydessä lannoituskäsittelyissä A–D (katso taulukko 5) vuosina 2001–2003.

## Maan ravinnetilan muutokset viljelyn aikana

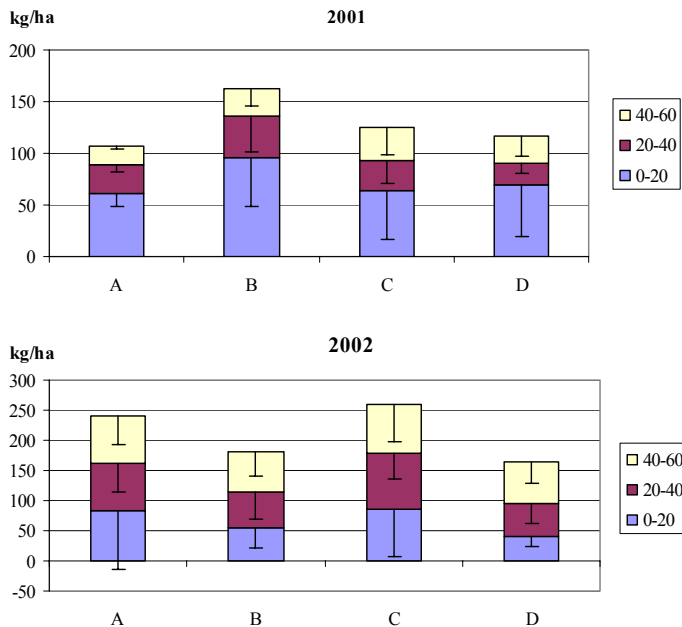
Maan typpitilaa seurattiin kasvukaudella alkuun kahden viikon ja heinäkuun alkupuolelta lähtien viikon välein pikamittauksin. Ensimmäisissä mittauksissa (yleensä juhannusviikolla) liukoisen typen määrä oli penkissä aina korkea (Kuva 10), enimmillään vuonna 2001 jopa yli 200 kg/ha. Tämä johtuu siitä, että peruslannoitus kohdistettiin penkkiin ja esimerkiksi koko alalle levitettyä typpimäärää 80 kg/ha vastasikin penkissä määrää 200 kg/ha. Lisäksi multavassa maassa on runsaasti mineralisoituvaa typpeä, joka muuttuu vähitellen kasveille käyttökelpoiseen muotoon.

Typpimäärä laski yleensä selvästi heinäkuun alkupuolella (Kuva 10), jolloin kasvien ravinteiden otto alkoi jo vauhdittua. Tällöin aloitettiin typen lisäämi-

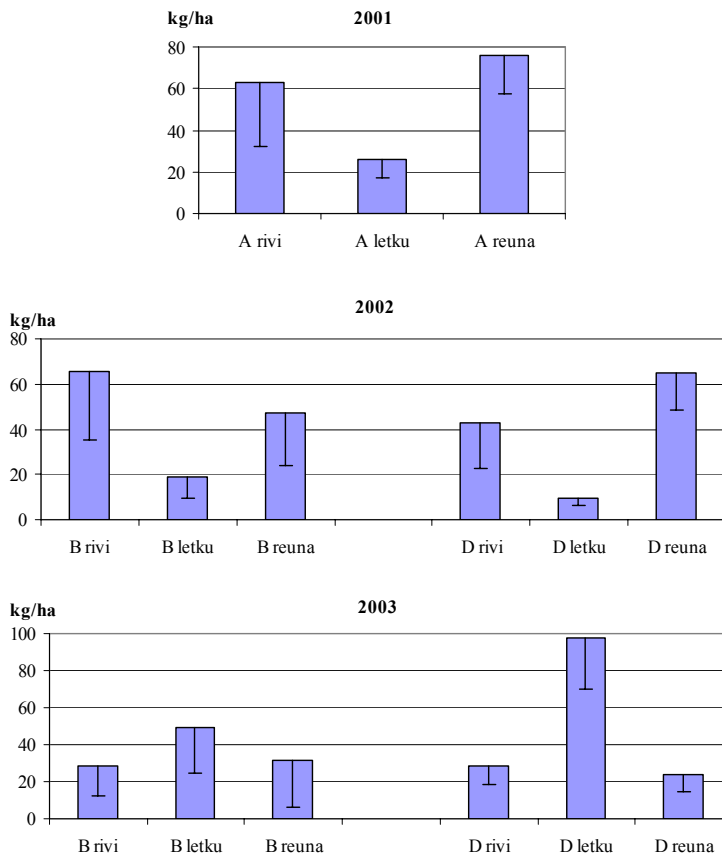
nen kastelulannoituksessa. Satokauden lopulla typpimäärä maassa oli alhainen vuosina 2001 ja 2003, sen sijaan liukoisen typen määrä maassa alkoi taas nousta syksyä kohti vuosina 2000 ja 2002.

Viljelyn päätyttyä maan typpitilaa seurattiin tarkemmin eri syvyyksistä ja penkin eri osista. Tulokset osoittivat, että maahan jäi suuria typpimääriä käyttämättä, mutta vaihtelu tuloksissa oli huomattavaa (Kuva 11). Erityisesti vuonna 2002 tyypeä oli maassa paljon, mikä lienee johtunut kasvuston heikosta ravinteiden otosta ja typen runsaasta vapautumisesta. Suuren vaihtelun vuoksi ei lannoituskäsittelyiden vaikutuksesta maahan jäävän typen määrään voi sanoa juuri mitään. Käytävillä liukoista tyypeä oli vain 3–5 kg/ha 0-20 cm:n syvyydessä, mikä vähentää pellolle jäävän typen kokonaismäärää.

Typpitulosten vaihtelun syynä ei pitänyt olla epäedustava näytteenotto, sillä näytteet pyrittiin ottamaan mahdollisimman huolellisesti ja riittävän monista osanäytteistä. Osasyynä saattaa olla tihkukastelumenetelmä itsessään, sillä kastelulannoitteet jakautuvat penkissä varsin epätasaisesti eivätkä kasvit ota ravinteita tasaisesti koko penkistä. Tätä puoltaa se, että kun satokauden päätyttyä otettiin typpinäytteet penkin eri osista (rivin kohta, letkun kohta ja vastakkainen reuna), vaihtelu oli huomattavasti vähäisempää (Kuva 12). Lisäksi vaihtelua aiheuttaa typpipitoisuuden todellinen vaihtelu pellon eri osissa, esimerkiksi multavuuden mukaan, sillä korkeita typpimääriä saatiin melko johdonmukaisesti samoista ruuduista otetuista näytteistä.



Kuva 11. Maan liukoisen typen määrä penkissä eri syvyyksissä viljelyn päätyttyä syyskuun alussa eri lannoitusohjelmissä A–D (katso taulukko 5). Jana kuvaa keskihajontaa (n=4).



Kuva 12. Maan liukoisen typen määrä penkin eri osissa: rivin kohdalla, tihkuletken kohdalla ja penkin vastakkaisella reunalla 0-20 cm:n syvyydessä. Jana kuvaa keskihajontaa (n=4). A, B ja D ovat eri lannoitusohjelmia (katso taulukko 5).

Vuosina 2001 ja 2002 typpeä oli syksyllä vähiten letkun kohdalla, mutta vuonna 2003 typpipitoisuus oli korkein juuri letkun kohdalta otetuissa näytteissä (Kuva 12). Tämä voi ainakin osittain johtua siitä, että savimaassa vesi ja ravinteet liikkuvat hitaammin kuin edellisvuosien hietamaassa.

Suuren vaihtelun takia liukoisen typen mittauksia ei voi pitää kovin tarkkoina ja näytteitä on oltava riittävästi, jotta järkevät tulokset ovat mahdollisia. Kasvukauden aikaiset mittaukset antavat kuitenkin kuvan typpitilan muutoksista, mikä lienee oleellista kastelulannoituksen ohjauksen kannalta. Suuri liukoisen typen määrä syksyllä antaa aiheita edelleen kehittää lannoitusohjelmia.

Muiden ravinteiden pitoisuuksissa ei viljelyn aikana havaittu kovin suuria muutoksia (Taulukko 14). Eniten laski yleensä kaliumin pitoisuus. Fosforipitoisuus aleni myös jonkin verran. Johtoluvun muutokset seurailivat liukoisen

typen ja kaliumin määriä, mutta johtoluku pysyi penkissä varsin korkeana syksyyn asti.

pH laski kesän aikana noin puoli yksikköä verrattuna kevään tilanteeseen. Vuonna 2002 pH oli kesäkuussa niin alhainen, keskimäärin 5,3, että sen voi olettaa jo häirinneen kurkun kasvua. Alhainen pH lienee ollut osasyllinen havaittuihin kasvusto-oireisiin. Lisäksi liukoisesta tyypestä oli jopa yli puolet ammoniummuodossa, mikä osoittaa, että nitrifikaatio ei toiminut normaalisti.

Taulukko 14. Maan ravinnetilan muuttuminen kasvukaudella. Luvut ovat keskiarvoja kaikista käsittelyistä.

		johtoluku 10 x mS/cm	pH	Ca	K mg/l	P mg/l	Mg mg/l/mg/l
2001	syksy 2000	1,1	6,7	1975	165	20	215
	20.6.	5,6	6,1	1842	228	22	247
	5.7.	4,6	6,2	1834	205	21	241
	27.7.	3,9	6,2	1820	173	19	238
	9.8.	5,5	6,2	1875	163	19	253
	22.8.	4,8	6,2	1848	148	18	243
	2002	syksy 2001	0,9	6,2	1155	181	20
19.6.		6,5	5,3	1140	252	23	121
9.7.		3,4	5,7	1135	189	20	113
23.7.		2,6	5,7	1114	171	21	109
6.8.		2,0	5,7	1056	155	19	103
21.8.		3,7	5,6	1116	173	20	113
2003		kevät 2003	1,1	7,6	3680	245	21
	24.6.	5,7	7,0	4539	302	28	536
	8.7.	4,0	7,1	4639	288	27	528
	22.7.	3,9	7,1	4537	272	26	526
	5.8.	3,7	7,1	4443	261	24	546
	19.8.	3,7	7,1	4473	264	24	524
	2.9.	5,1	6,9	4329	271	25	516

Maanäytteistä tehdyssä analyysissä ilmeni, että mikrobien sisältämä typen määrä oli kurkkupenkeissä vain 6–16 µg/g kuivaa maata ja siten mikrobimassa oli hyvin alhainen. Palojärven ym. (2002) tutkimuksessa mikrobitypen määrä vaihteli eri peltolohkoilla välillä 25–100 µg/g kuivaa maata. Mikrobitoiminta oli siis häiriintynyt, minkä arvellaan johtuvan edellisestä vuonna lisäystä maanparannusturpeesta ja sen nopeasta hajoamisesta lämpimänä alkukesänä 2002. Linderman & Davis (2003) havaitsivat tutkimuksessaan, että osa tutkituista turve-eristä esti mykorritsasienten kasvua, joten lienee todennäköistä, että turve saattaa vaikuttaa myös muihin maan mikrobeihin, kuten nitrifikaatiobakteereihin.

Myöskin ammoniumtypen korkea määrä maassa saattoi vaikuttaa suoraan kasvien ravinnetalouteen ja kasvuun. Kokeissa on osoitettu, että kun ammoniumtypen osuus tarjolla olevan typen määrästä lisääntyy, kurkun nitraattity-

pen otto ja typen kokonaisuus vähenevät, versojen ja erityisesti juurten kasvu heikkenee ja kasvin sisältämien kationien pitoisuudet (esimerkiksi kaliumin ja kalsiumin) laskevat (Heuer 1991, Zornoza & Carpena 1992). Kotsiras ym. (2002) osoittivat, että kun ammoniumtypen osuus typen tarjonnasta kasvoi, kurkun hedelmien nitraattityppi-, kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet laskivat, sillä ammonium-ioni heikensi muiden ravinteiden saantia kilpailullaan. Kurkku on siten varsin herkkä kasvualustan korkealle ammoniumpitoisuudelle.

## Yhteenveto

Tihkukastelu ja siihen yhdistetty kastelulannoitus ovat toimivia menetelmiä avomaankurkun viljelyssä. Kokeissa ei mitattu tihkukastelun tuottamaa sadonlisää perinteiseen kasteluun verrattuna kuin vuonna 2000, jolloin tihkukastelulla ja kastelulannoituksella saatiin 10–20 % suurempi sato. Käytännön viljelyssä saatava sadonlisä riippuu kasvuoloista, vuodesta ja muista kasvutekijöistä. Kokeissamme satotaso oli joka vuosi hyvä, mutta käsinpoiminnan aiheuttama mekaaninen rasitus lienee vanhentanut kasvustoa tavanomaista nopeammin.

Jotta menetelmästä saa suurimman hyödyn ja pystyy välttämään liialliseen tai liian vähäiseen kasteluun liittyvät riskit, kannattaa mitata maankosteutta kastelupäätösten pohjaksi. Tulostemme mukaan sopiva raja-arvo kastelun aloittamiseen on -150–300 hPa. Tulokset perustuvat kokeisiin, joissa maa pysyi kevätkesteuden turvin kosteana kesäkuun loppupuolelle asti. Näin ollen alkukesän kosteustilan vaikutuksesta ei saatu kokemuksia. Kasvuunlähdon ja hyvän alkukehityksen takaamiseksi on syytä seurata kosteustilaa heti istutuksesta alkaen. Sateettomalla säällä ja kasvuston kehittyttyä peittäväksi kosteusmittauksia on syytä tehdä lähes päivittäin.

Sopiva kertakastelumäärä ja kasteluväli riippuvat kasvin kehitysvaiheesta, maalajista ja maan muista ominaisuuksista, säätilasta ja letkutyypistä. Kosteusmittaukset auttavat myös löytämään omille lohkoille sopivat kastelumäärät. Juuristokerroksen alapuolella esimerkiksi 40 cm:n syvyydessä tehdyt mittaukset kertovat, onko kasteltu liikaa (maa muuttuu kosteammaksi), sopivasti (kosteustila pysyy ennallaan) vai liian vähän (maa kuivuu).

Kastelulannoitusta hyödyntämällä voidaan päästä tehokkaaseen lannoituksen hyötysuhteeseen. Yleensä typen kokonaismääräksi riittää 120–140 kg/ha. Tästä voidaan antaa peruslannoituksessa jopa vain 40–50 kg/ha, mutta tällöin kastelulannoituksessa on käytettävä riittäviä typpimääriä. Melko vähäinen typpiannos peruslannoituksessa on kuitenkin suositeltava, jotta turhilta ravinhävikeiltä vältytään. Lisäksi tällöin on mahdollista optimoida typen kokonaismäärä kasvuston kehittymisen perusteella.

Kokeissa kastelulannoitusta annettiin vuosina 2001–2003 kerran viikossa. Tämä lienee riittävän tiheä annostelu, kun ravinteiden määrä on muuten riittävä. Aiemmin on todettu, että esimerkiksi tomaattia avomaalla viljeltäessä päivittäisestä lannoituksesta on hyötyä verrattuna viikon tai kahden välein toistuvaan lannoitukseen vain keveillä hiekkamailla, joilla on huono ravinteiden pidätyskyky (Cook & Sanders 1991). Hienojakoisemmilla mailla sato ei vaihdellut, annettiinpa sama typpimäärä yhdellä kertaa, kerran kuukaudessa, kahden viikon välein, viikottain tai päivittäin. Myöskään paprikan satoon ei kastelulannoituksen väli (11 tai 22 päivää) vaikuttanut (Storlie ym. 1995). Yleisesti on todettu, että oikea ravinnemäärä tietyn jakson aikana on keskeisempää kuin annostelun tiheys (Hartz & Hochmuth 1996).

Tutkimuksemme perusteella voidaan antaa seuraavat suuntaviivat avomaankurkun tihkukasteluun ja siihen liitettyyn kastelulannoitukseen:

- Kastelupäätösten teossa hyödynnetään maan kosteuden mittausta oikeiden, peltolohkelle sopivien kastelumäärien arvioimiseksi. Kastelun aloituksen raja-arvona voi pitää tensiometrejä käytettäessä  $-150$ – $300$  hPa:n imua.
- Peruslannoituksessa kannattaa antaa  $1/3$ – $1/2$  kesän aikana tarvittavasta tyyppistä ja kaliumista ja muut ravinteet koko kasvukautta varten.
- Kastelulannoituksessa riittää typen ja kaliumin lisääminen.
- Peruslannoituksella tuotetaan pääosa versostosta. Kastelulannoitus on hyvä aloittaa hieman ennen satokauden alkua. Liukoisen typen seuranta hyvä apuväline kastelulannoituksen aloittamiseen (raja  $50$ – $70$  kg/ha).
- Useimpina vuosina sopiva kokonaistypen määrä on  $120$ – $140$  kg/ha. Nopean sadontuoton vuosina typpimäärää voi lisätä, odotettavissa oleva sadonlisä noin  $5\%$ .
- Kerran viikossa toistuva kastelulannoitus on yleensä riittävä, mutta mikäli on käytännössä toimivaa antaa lannoitus useammin, voi käyttää pienempiä kerta-annoksia ja/tai alemmaa liuosväkevyyttä.

## Kirjallisuus

- Bakr, A.A. & Gawish, R.A. 1993. Technological aspects of keeping and pickling qualities of cucumbers as influenced by fertilizers. *Plant Foods for Human Nutrition* 44: 17-28.
- Cook, W.P. & Sanders, D.C. 1991. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. *HortScience* 26: 250-252.
- Fink, M., Feller, C., Scharpf, H.-C., Weier, U., Maync, A., Ziegler, J., Schlaghecken, J., Paschold, P.-J. & Strohmeyer, K. 1999. Aktuelle Daten für Düngungsempfehlungen und Nährstoffbilanzen. *Gemüse* 35(10): 576-578.
- Hartz, T.K. & Hochmuth, G.J. 1996. Fertility management of drip-irrigated vegetables. *HortTechnology* 6: 168-172.
- Heuer, B. 1991. Growth, photosynthesis and protein content in cucumber plants as affected by supplied nitrogen form. *Journal of Plant Nutrition* 14: 363-373.
- Janoudi, A.K. & Widders, I.E. 1993. Water deficits and fruiting affect carbon assimilation and allocation in cucumber plants. *HortScience* 28: 98-100.
- Janoudi, A.K., Widders, I.E. & Flore, J.A. 1993. Water deficits and environmental factors affect photosynthesis in leaves of cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118: 366-370.
- Kotsiras, A., Olympios, C.M., Drosopoulos, J. & Passam, H.C. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Scientia Horticulturae* 95: 175-183.
- Krahnströver, K. 2000. Thüringer Feldgemüsetag: das Gemüse-Versuchswesen wurde an die Bedürfnisse des praktischen Gemüsebaus angepasst. *Gemüse* 36(11): 39-41.
- Kunzelmann, G. & Paschold, P.-J. 1999. Tropfbewässerung oder Beregnungsmaschine beim Gurkenanbau? *Gemüse* 35(4):232-234.
- Linderman, R.G. & Davis, E.A. 2003. Soil amendment with different peat-mosses affects mycorrhizae of onion. *HortTechnology* 13: 285-289.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 2003. Puutarhayrityskisteri 2002. Maa-, metsä- ja kalatalous 2003: 53. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 118 s.

- Makswitat, E., Latus, C., Merbach, W., Ruppel, S., Augustin, J., Kuchenbuch, R. & Wirth, S.J. 1995. Stickstoffdynamik beim Anbau von Einlegegurken (*Cucumis sativus* L.) mit Mulchfolie unter den Bedingungen des nordost-deutschen Tieflandes. ZALF-Bericht Nr. 15. Müncheberg: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. 41 s.
- Mosler, C.T. & Schnitzler, W.H. 1997. Position des Tropfschlauchs und Wurzelwachstum. *Gemüse* 33(2): 101-103.
- Ortega, D.G. & Kretchman, D.W. 1982. Water stress effects on pickling cucumber. *HortScience* 107: 409-412.
- Palojärvi, A., Alakukku, L., Martikainen, E., Niemi, M., Vanhala, P., Jørgensen, K. & Esala, M. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vaikutukset maaperään. Maa- ja elintarviketalous 2. Jokioinen: MTT. 88 s.
- Peräinen, R. 2003. Avomaankurkun vegetatiivisen ja generatiivisen kehityksen vuorovaikutus. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Soveltavan biologian laitos. Puutarhatiede. 48 s.
- Roth, D. & Günther, R. 2002. Lysimeterversuche zum Wasserverbrauch von Feldgemüsearten. *Gemüse* 38(2): 22-26.
- Storlie, C.A., Neary, P.E. & Paterson, J.W. 1995. Fertilizing drip-irrigated bell peppers grown on loamy sand soil. *HortTechnology* 5: 291-294.
- Titulaer, H. 1996. Fertigation bei Einlegegurken. Teil II. *Gemüse* 32(8): 486-487.
- Zornoza, P. & Carpena, O. 1992. Study on ammonium tolerance of cucumber plants. *Journal of Plant Nutrition* 15: 2417-2426.



# Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus

Kalle Hoppula <sup>1)\*</sup>, Tapio Salo <sup>2)</sup> ja Janne Pulkkinen <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö

\* nykyinen osoite: MTT Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema, Antinniementie 1, 41330 Vihtavuori, [kalle.hoppula@mtt.fi](mailto:kalle.hoppula@mtt.fi)

<sup>2)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)

<sup>3)</sup>Kemira GrowHow Oy, PL 900, 00181 Helsinki, [janne.pulkkinen@kemira-growhow.com](mailto:janne.pulkkinen@kemira-growhow.com)

## Tiivistelmä

MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä tutkittiin vuosina 2001-2003 tihkukastelun ja kastelulannoituksen merkitystä mansikan, vadelman ja mustaherukan viljelyssä. Kastelutarpeen määrittäjänä käytettiin tensiometriä ja koealueilla oli käytössä tihkukastelu. Kokeissa verrattiin kolmea eri kastelurajaa, -150, -300 ja -600 hPa. Mustaherukalla ja vadelmalla verrattiin kastelulannoitusta ja rakeista lannoitusta. Mansikalla verrattiin kolmea eri lannoiteliuoksen väkevyyttä, 0,6, 1,2 ja 2,4 mS/cm.

Optimaalinen kosteustila hietamailla on mansikalle noin -150 hPa tai kosteampi. Tätä kuivempi maa tai suurempi maan kosteuden vaihtelu heikentää satotasoa. Mansikalle optimaalinen lannoiteliuoksen väkevyys oli kokeessa 1,2 mS/cm. Ensimmäisenä satovuonna suurin lannoiteväkevyys tuotti parhaimman satotason, mutta aiheutti suurimmat talvivauriot seuraavana talvena. Sekä kastelun että lannoituksen lisääminen tuottivat pehmeämpiä ja makeampia mansikoita. Lannoituksen lisääminen lisäsi myös mansikoiden happamuutta.

Optimaalinen kosteustila hietamailla on mustaherukalle noin -200 hPa tai kosteampi. Mustaherukan koealueella ei onnistuttu luomaan merkittävää maan kosteuden vaihtelua, ja siksi myös eri käsittelyjen väliset erot jäivät vähäisiksi. Mikäli maa on tarpeeksi kosteaa, kastelulannoituksesta on hyötyä. Paras sadon laatu saavutettiin, kun kastelurajana oli -150 hPa ja lannoitus tehtiin kastelulannoituksena.

Vadelmakasvusto kärsi pahoja talvivaurioita molempina talvina, ja siksi kokeessa pystyttiin havainnoimaan ainoastaan talvehtiminen. Runsas kastelu heikensi vadelman talvehtimistä, mutta lannoitustavalla ei ollut siihen suurta vaikutusta.

---

*Avainsanat: mansikat, mustaherukka, vadelma, kastelu, tihkukastelu, lannoitus, kastelulannoitus*

---

## Johdanto

Mansikan, mustaherukan ja vadelman satotasot vaihtelevat huomattavasti vuosittain ja oloissamme saavutettavissa olevan satopotentialin ja toteutuneen sadon välillä on usein merkittävä "satoaukko". Veden riittävä saatavuus kasveille on perustekijöitä pyrittäessä lähelle satopotentialia.

Vuosina 1998-2000 MTT puutarhatuotannossa toteutetussa tutkimusprojektissa "Mallitettu avomaakasvien viljely puutarhatuotannossa" saatiin lupaavia kokemuksia mansikan tihkukastelusta yhdistettynä maan kosteuden mittaamiseen tensiometrillä. Tutkimuksen ensimmäisenä satovuonna, 1999, mansikkakoealueelta saatiin satoa keskimäärin 570 g/taimi ja toisena vuonna keskimäärin 870 g/taimi. Samanaikaisesti satotasot mansikkatiloilla olivat luokkaa 50-200 g/taimi.

Nämä satotulokset saivat runsaasti myönteistä julkisuutta, ja niiden myötä tihkukastelu alkoi nopeasti yleistyä mansikkatiloilla. Samanaikaisesti tihkukastelun yleistymisen kanssa kasvoi tarve saada menetelmän käytöstä täsmällisiä ohjeita. Tässä tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan tähän tarpeeseen. Uusina kasvilajeina mukaan otettiin marjoista myös vadelma ja mustaherukka.

Tämän tutkimusosan käytännöllisenä tavoitteena oli määrittää mansikan, mustaherukan ja vadelman kastelutarve sekä luoda tihkukastelun ja tensiometriä käyttäen perustuvat kasteluohjeet viljelijöille. Lannoituksen osalta tutkimuksessa haluttiin verrata kastelulannoituksen ja perinteisen rakeisen lannoituksen vaikutuksia vadelman ja mustaherukan kasvuun ja sadontuottoon sekä testata mansikalla erilaisia kastelulannoiteväkyyksiä.

Kastelutarpeen arvioinnissa päädyttiin käyttämään maan vesipotentiaalia mittaavaa tensiometriä, koska tämä on menetelmänä edullinen ja yksinkertainen sekä soveltuu käytettäväksi maatiloilla. Tensiometri kertoo sen voiman, jonka kasvin juurten on voitettava saadakseen vettä käyttöönsä, ja toimii siis ikään kuin keinojuurena. Mitä lähempänä nollaa (0 hPa) tensiometrin lukema on, sitä löyhemmin vesi on kiinnittynyt maahan ja sitä enemmän vettä on siis käytettävissä. Kenttäkapasiteetin arvo hietamaalla on tensiometrillä mitattuna noin -100 hPa, ja MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä on aiemmissa mansikkakokeissa havaittu, että mansikan lehdet alkavat menettää nestejännitystään tensiometrilukeman ollessa noin -700 ... -800 hPa.

Tutkimuksessa mitattiin kasvien kasvua ja sadontuottoa. Monivuotisilla kasveilla viljelytoimenpiteet saattavat vaikuttaa useiden vuosien päähän ja siksi tutkimuksessa haluttiin paneutua myös tulevien vuosien sadontuottoa ennakoiviin ominaisuuksiin mittaamalla kasvien eri osien kasvua. Esimerkiksi mustaherukalla sadontuotto ja oksien kasvu kilpailevat samoista kasvuresursseista, mutta toisaalta runsas oksasto mahdollistaa tuleville vuosille run-

saamman sadon. Vastaavasti mansikalla seuraavan vuoden sadontuottokykyä pystytään ennustamaan taimen juurakon koon perusteella. Maanpinnan rajassa olevasta juurakosta saavat alkunsa niin taimen juuret, lehdet, rönsyt kuin kukkavanatkin, ja suuri juurakko mahdollistaa tulevaisuudessa suuret kasvuresurssit. Eri kasvinosien kasvuun liittyvät vuorovaikutukset vaikuttavat siihen, kuinka paljon resursseja kasvi pystyy tulevaisuudessa kohdentamaan sadontuottoon.

Tutkimus onnistuttiin toteuttamaan mansikan ja mustaherukan osalta alkupeuräisten tavoitteiden mukaisesti ja tutkimus antoi vastauksia haettuihin kysymyksiin. Sen sijaan vadelma kärsi laajoista talvivaurioista molempina talvina. Huonokuntoista ja suurelta osin kuollutta kasvustoa ei pystytty käyttämään tutkimustarkoituksiin. Siksi vadelman osalta tutkimuksessa päädyttiin tarkailemaan ainoastaan talvehtimistä.

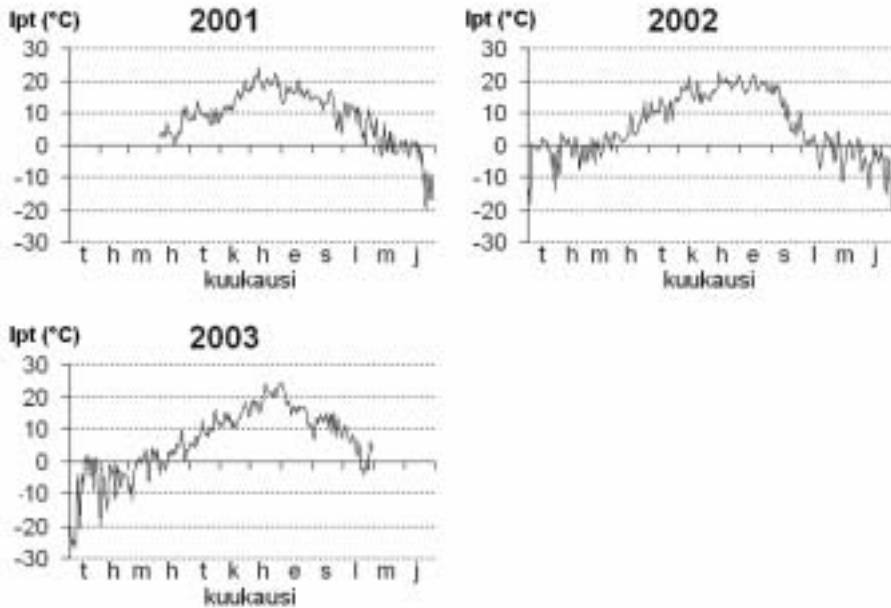
## **Aineisto ja menetelmät**

### **Mansikan kastelukoe**

Mansikan kastelukoe toteutettiin MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä (60° 23' P, 22° 33' I; 6 m merenpinnan yläpuolella). Taimet istutettiin 20.6.2001 normaalin käytännön mukaisesti mustaan muoviin paririveihin 1,5 m rivivälillä ja 0,33 m taimivälillä (40 000 kpl/ha). Lajikkeena kokeessa oli 'Bounty' ja maalajina oli multava hieno hieta. Koe oli sadesuojauksen vuoksi sijoitettu kahteen kevytrakenteiseen kausihuoneeseen.

Koepaikan lämpötilan vuorokausikeskiarvoista muodostetut käyrät on esitetty kuvassa 1. Kausihuoneissa on kasvukaudella ollut yleensä muutaman asteen lämpimämpää kuin ulkona. Kausihuoneet kuitenkin purettiin kasvukausien ulkopuolisiksi ajoiksi, joten lämmittävä vaikutus on ollut ainoastaan kasvukaudella. Sääasema sijaitsi noin 200 m:n päässä koealueelta.

Vuonna 2000 pohjoisemman kausihuoneen paikalla oli viljelty kauraa ja eteläisemmän kausihuoneen paikalla ohraa. Vuonna 1999 pohjoisemman kausihuoneen paikalla oli ollut useita eri kasvilajeja sisältänyt yrttikoealue ja eteläisemmän kausihuoneen paikalla kauraa. Vuonna 1998 alueella viljeltiin kauraa. Edellisen kerran samalla alueella oli viljelty mansikkaa vuosina 1994-1997 alueella, joka peitti likimain itäisemmän kausihuoneen. Läntisemmän kausihuoneen paikalla oli mansikkaa viljelty edellisen kerran vuosina 1989-1994.



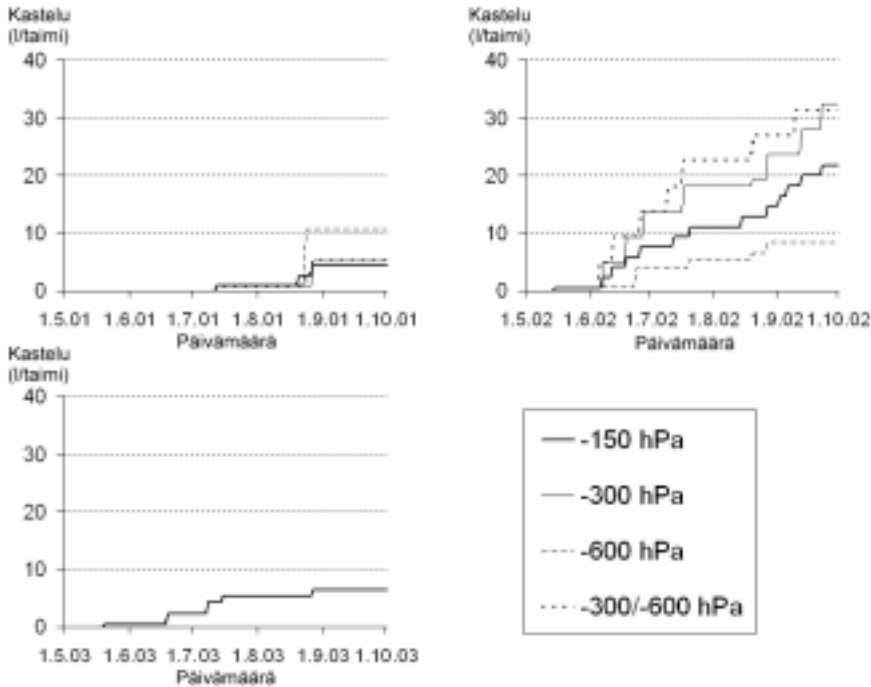
Kuva 1. Ilman keskilämpötilan vuorokausikeskiarvot Piikkiössä huhtikuusta 2001 lokakuuhun 2003.

Kokeessa oli neljä kastelukäsittelyä, joissa kasteluraja oli tensiometrillä mitattuna joko 1) -150 hPa, 2) -300 hPa, 3) -600 hPa tai 4) muuten -300 hPa, mutta satokauden jälkeen noin kuukauden ajan -600 hPa. Koeasetelmana oli satunnaistettujen lohkojen koe, jossa oli neljä erilaista kastelukäsittelyä ja neljä lohkoa. Maan kosteutta mitattiin tensiometrillä (Nieuwkoop TM-93, 30 cm mittausputkilla). Tensiometrejä oli jokaisessa kastelukäsittelyssä kahdella eri loholla. Tensiometrit asennettiin 15 ja 30 cm:n syvyyteen lukuun ottamatta vuotta 2001, jolloin tensiometrejä oli ainoastaan 15 cm:n syvyydessä. Kasteluun käytettiin tihkulettoa T-Tape TSX 508-30-340 (30 cm suutinväli, 3,4 l/h/m), joka asennettiin katemuovin alle noin 5 cm:n syvyyteen.

Kastelu käynnistettiin kussakin käsittelyssä ensimmäisen 15 cm:n syvyyteen asennetun tensiometrin saavutettua kastelurajan, jolloin suunnitelman mukaisesti annettiin vettä 1,7 l/taimi (-150 hPa), 4,3 l/taimi (-300 hPa) tai 9,4 l/taimi (-600 hPa). Näitä pienempiä kerta-annoksia voitiin antaa, mikäli kasteluraja ei ollut ylittynyt, mutta lannoitus suunnitelma edellytti kastelulannoituksen antamista. Vuonna 2003 kaikkia käsittelyitä kasteltiin samalla tavalla, koska kastelurajoja ei missään käsittelyssä saavutettu kertaakaan. Tällöin käsittelyt saivat vettä ainoastaan kastelulannoitusten yhteydessä. Eri käsittelyjen keskimääräiset vuosittaiset maan kosteudet ja niiden keskihajonnat on esitetty taulukossa 1 sekä kumulatiiviset kastelut vuosittain on esitetty kuvassa 2. Tensiometrejä luettiin kasvukauden aikana kolme kertaa viikossa, maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin.

Taulukko 1. Keskimääräinen maan kosteus (hPa) ja sen keskihajonta (hPa) mansikan kastelukokeen eri käsittelyissä vuosina 2001-2003.

Vuosi	Syvyys (cm)	Maan kosteus (hPa) eri käsittelyissä			
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001	15	-90 ± 23	-104 ± 46	-129 ± 107	-128 ± 86
	30	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
2002	15	-103 ± 38	-117 ± 67	-195 ± 148	-126 ± 134
	30	-96 ± 33	-115 ± 77	-221 ± 164	-112 ± 113
2003	15	-100 ± 19	-102 ± 27	-118 ± 34	-100 ± 25
	30	-84 ± 14	-82 ± 15	-94 ± 22	-94 ± 21



Kuva 2. Mansikan kastelukokeen kumulatiivinen kastelu (l/taimi) vuosina 2001-2003 eri kastelurajakäsittelyissä. Vuonna 2003 kaikkia käsittelyitä kasteltiin samalla tavalla.

Kokeen kastelulannoituksissa käytettiin Agrojet-merkkistä lannoiteinjektoria, jossa laimennussuhteena oli 1:100. Emoliuosten vahvuutena oli joko 10 % tai 20 %. Koetta lannoitettiin istutusvuonna 2001 ennen istutuksia 29.5.2001 peruslannoituksena rakeisilla lannoitteilla. Tässä lannoituksessa pyrittiin tasaamaan viljavuusanalyysissä havaitut puutteet. Peruslannoituksena annettiin typpeä 0,94 g/taimi, fosforia 0,38 g/taimi ja kaliumia 2,34 g/taimi (Puutarhan Y3 9,38 g/taimi ja Kaliumsulfaatti 1,88 g/taimi). Lisäksi samassa yhteydessä annettiin Erikoisviljelyyn hivenseosta 2,34 g/taimi. Peruslannoitusta täydennettiin istutuksen jälkeen antamalla 12.7.2001 kastelulannoituksena typpeä 0,22 g/taimi (Kastelukalkkisalpietari 1,39 g/taimi). Ennen kokeen alkua loka-kuussa 2000 otetun viljavuusanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ennen kokeen alkua lokakuussa 2000 otetun viljavuusanalyysin tulokset.

	Mansikan kastelukoe	Vadelma ja mustaherukka
Johtoluku (10 x mS/cm)	1,2	0,9-1,2
pH	6,9	6,4-6,7
Ca (mg/l)	1840	1470-1770
P (mg/l)	27	31-36
K (mg/l)	157	152-233
Mg (mg/l)	176	189-229
B (mg/l)	0,9	0,8-1,0
Cu (mg/l)	9,8	16-25
Mn (mg/l)	25	22-30
Zn (mg/l)	4,24	8,77-10,8

Vuosina 2002 ja 2003 koko koealuetta lannoitettiin kastelulannoitteilla. Vuonna 2002 annettiin yhteensä typpeä 2,00 g/taimi, fosforia 0,53 g/taimi ja kaliumia 2,64 g/taimi, paitsi käsittelyssä -300/-600 hPa, joka sai lannoitusvirheen vuoksi typpeä 2,62 g/taimi, fosforia 0,67 g/taimi ja kaliumia 3,43 g/taimi. Vuonna 2003 kaikki käsittelyt saivat yhteensä typpeä 1,54 g/taimi, fosforia 0,48 g/taimi ja kaliumia 2,00 g/taimi. Käytetyt lannoitteet olivat Kemfos (kasvukauden alusta kukintaan), Hortigrow 1 ja Kaliumnitraatti (Kukinnasta satokauden alkuun) sekä Kastelukalkkikalpietari, Kaliumnitraatti ja Hortigrow mikro (satokaudelta alkaen elokuun loppuun). Lisäksi 15.7.2003 koealueelle annettiin muuhun lannoitukseen sekoitettuna 0,2-prosentista sinkkikelaattia, koska taimissa havaittiin sinkin puutosoireita. Vuonna 2002 käsittelyssä -150 hPa lannoitus jaettiin kasvukauden ajalle kahdeksaan erään, käsittelyssä -300 hPa seitsemään erään ja käsittelyissä -600 hPa ja -300/-600 hPa viiteen erään. Vuonna 2003 kaikissa käsittelyissä kasvukauden lannoitus jaettiin neljään erään.

Kustakin koeruudusta kerättiin vuosina 2002 ja 2003 sato kuudesta taimesta. Nämä taimet sijaitsivat koeruutujen etelän puoleisissa päissä siten, että ruudun ensimmäisen taimipari jätettiin suojataimiksi ja sato kerättiin näitä seuraavista kolmesta taimiparista. Sato lajiteltiin viiteen laatuluokkaan: 1) hyvälaatuiset, halkaisijaltaan yli 22 mm marjat (ns. kauppakelpoinen sato), 2) hyvälaatuiset, halkaisijaltaan alle 22 mm marjat, 3) homeiset, 4) härmäiset ja 5) muut. Kustakin koeruudusta punnittiin sadon massa laatuluokittain ja laskettiin marjojen lukumäärä laatuluokittain. Näiden tietojen pohjalta laskettiin keskimääräinen marjakoko. Luettelo sadonkorjuupäivämääristä on taulukossa 3.

Taulukko 3. Sadonkorjuupäivät mansikan kastelukokeessa 2002 ja 2003.

Vuosi	Päivämäärät							
2002	25.6.	27.6.	1.7.	4.7.	8.7.	11.7.	15.7.	17.7.
2003	11.7.	14.7.	16.7.	18.7.	21.7.	23.7.	28.7.	1.8.

Kasvukaudella 2002 tutkittiin sadon laatua käsittelyistä -150 hPa, -300 hPa ja -600 hPa. Laatumittauksina marjoista mitattiin sokeripitoisuutta kuvaavaa liukoisten kuiva-aineiden pitoisuutta (ns. brix-luku), happamuutta ja kiinteyttä. Sokeripitoisuutta mitattiin refraktometrillä (Atago PR-101), happamuutta pH-mittarilla (CWO Volmatic) ja kiinteyttä kiinteysmittarilla (Lloyd Instruments LRX, 6 mm mittapää, mittaussnopeus 20 mm/min). Laatumittauksia tehtiin 25.6.2002, 1.7.2002 ja 9.7.2002.

Brix- ja happamuusmittauksia varten poimittiin kustakin ruudusta noin litran suuruinen näyte-erä, josta puristettiin harson läpi mehua. Tästä mehusta otettiin molempiin mittauksiin kustakin näyte-erästä viisi rinnakkaisnäytettä. Kiinteysmittauksia varten otettiin kunakin näytteenottoajankohtana kustakin ruudusta neljä marjaa, joista mitattiin mittapään tunkeutumista vastustava voima.

Taimien kasvua seurattiin kasvinäytteillä, jotka pyrittiin ajoittamaan kasvien kehityksen kannalta tärkeisiin ajankohtiin. Istutusvuonna 2001 näytteitä otettiin ainoastaan kukintainduktion aikana syyskuun puolivälissä. Vuosina 2002 ja 2003 kasvinäytteitä otettiin kasvukauden alussa huhti-toukokuussa, kukinnan aikana kesäkuussa, satokauden alussa kesä-heinäkuun vaihteessa, satokauden lopussa heinä-elokuun vaihteessa sekä kukintainduktion aikana syyskuun puolivälissä. Luettelo kasvinäytepäivämääristä on taulukossa 4.

Taulukko 4. Luettelo kasvinäytepäivämääristä mansikan kastelu- ja lannoituskokeissa 2001 - 2003. K = kastelukoe, L = lannoituskoe.

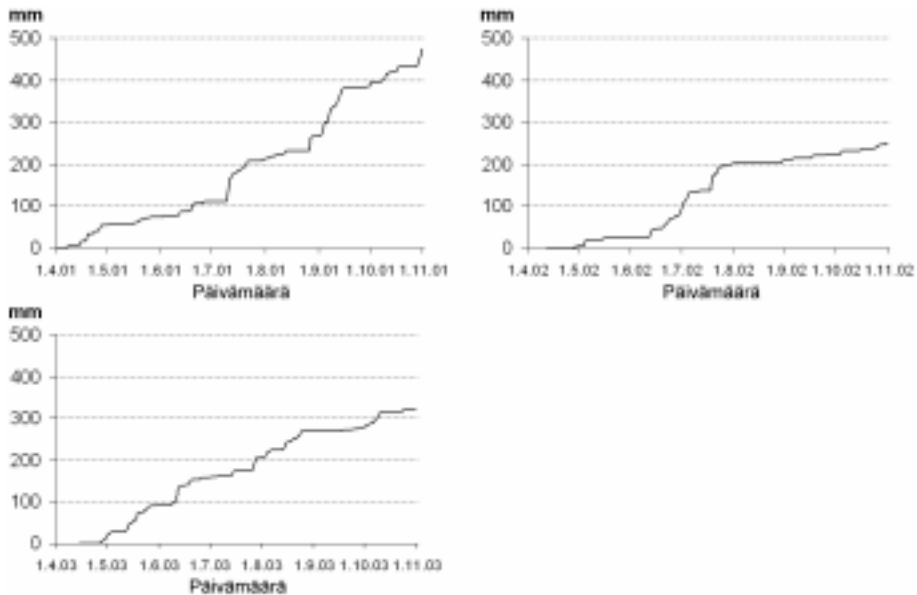
Ajankohta	2001	2002	2003
Kasvukauden alku	-	16.4.	5.5.
Kukinta	-	4.6.	23.6.
Satokauden alku	-	25.6.	14.7.
Satokauden loppu	-	16.7.	4.8. (K) / 11.8.(L.)
Kukintainduktio	17.9.	17.9.	15.9.

Kasvinäytteinä maasta nostettiin kerralla yksi kokonainen taimi kustakin koeruudusta. Kukin taimi jaettiin lehdyköihin, lehtiruoteihin, rönsyihin, juuriin, juurakkoon ja kukkavanoihin, ja kasvinosaryhmät punnittiin erikseen.

Tulosten tilastolliseen analyysiin käytettiin varianssianalyysiä ja SAS 8.01 -tilasto-ohjelmiston proseduuria Mixed. Eri sadonkorjuupäivien marjakoon tuloksista muodostuneiden toistomittausaineistojen käsittelyyn käytettiin kovarianssirakennetta "UN" (unstructured). Tilastollisten testien merkitsevyysrajoina käytettiin kaikissa tapauksissa arvoja  $p < 0,05$  (tilastollisesti merkitsevä) tai  $p < 0,10$  (tilastollisesti lievästi merkitsevä).

## Mansikan lannoituskoee

Mansikan lannoituskoee toteutettiin samalla peltolohkolla kuin mansikan kastelukoe (kts. kappale 2.1). Taimet istutettiin 20.6.2001 mustaan muoviin paririveihin 1,5 m:n rivivälillä ja 0,33 m:n taimivälillä (40 000 kpl/ha). Lajikkeena kokeessa oli 'Bounty'. Koeasetelmana oli satunnaistettujen lohkojen koe, jossa oli kolme eri käsittelyä ja neljä lohkoa. Koepaikan lämpötilan vuorokausikeskiarvoista muodostetut käyrät on esitetty mansikan kastelukoeeen yhteydessä kuvassa 1 ja kumulatiiviset sademäärät kuvassa 3.



Kuva 3. Kumulatiivinen sademäärä Piikkiössä kasvukausina 2001-2003.

Kokeen kasvualusta rakennettiin levittämällä normaalin peltomaan päälle muovi. Tämän päälle rakennettiin turpeesta noin 20 cm korkeat ja 80 cm leveät penkit, jotka peitettiin katemuovilla. Tällä menettelyllä haluttiin kontrolloida taimien ravinteiden saantia estämällä juuriston pääsy pohjamaahan. Käytetty turve oli peruslannoitettua, minkä vuoksi ensimmäisenä vuonna lannoitusta ei tarvittu. Kasvualustan puristenesteen johtokykyanalyysejä perusteella kasvualustan ravinnevarat oli kulutettu loppuysykstä 2001, ja kokeen lannoituskäsittelyä aloitettiin kasvukauden alussa 2002.

Kokeessa oli kolme lannoituskäsittelyä, joissa lannoiteliuoksen väkevyys oli joko 1) 0,6 mS/cm, 2) 1,2 mS/cm tai 3) 2,4 mS/cm. Koetta lannoitettiin kasvukausina 2002 ja 2003 jokaisen kastelun yhteydessä, joskin lannoitteen ravinne sisältö vaihteli eri vaiheissa kasvukautta. Kertakasteluna annettiin vuonna 2001 keskimäärin 1,5 l/taimi (yhdeksän kastelukertaa), vuonna 2002 keskimäärin 1,7 l/taimi (24 kastelukertaa) ja vuonna 2003 keskimäärin 1,8 l/taimi (18 kastelukertaa). Kasteluajankohta määritettiin tensiometreillä



(Nieuwkoop TM-93, 30 cm mittausputkilla). Mittausputkien asennussyvyys oli 10 cm, ja niitä oli yksi kappale kussakin lohossa siten, että jokaisessa lannoituskäsittelyssä oli vähintään yksi tensiometri. Tensiometrejä luettiin kasvukauden aikana kolme kertaa viikossa, maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin ja koetta kasteltiin ensimmäisen tensiometrin neljästä saavutettua kastelurajan -150 hPa. Kasteluun käytettiin tihkuletkua T-Tape TSX 508-30-340 (30 cm suutinväli, 3,4 l/h/m), joka asennettiin katemuovin alle noin 5 cm:n syvyyteen.

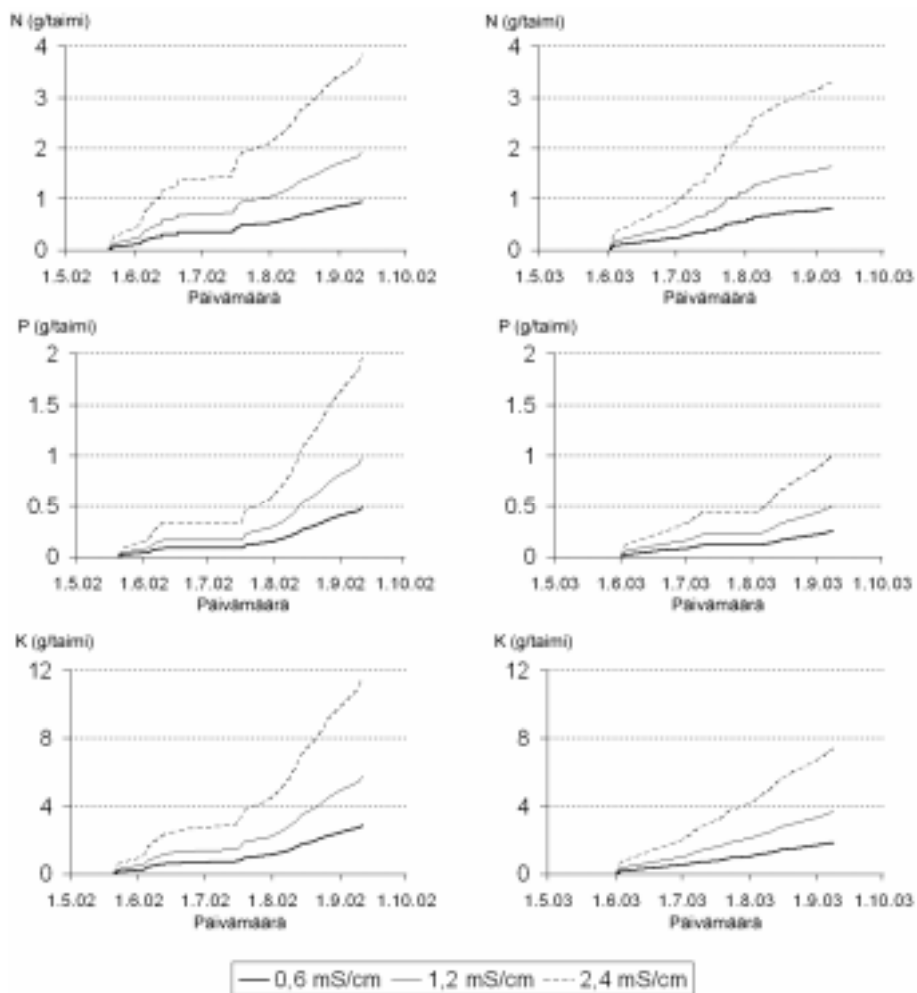
Kokeen kastelulannoituksissa käytettiin Agrojet-merkkistä lannoiteinjektoria, jossa laimennussuhteena oli 1:100. Laimeimmassa käsittelyssä (0,6 mS/cm) emoliuosväkevyytenä oli kasvukauden alusta satokauden loppuun 4,80 % ja satokauden lopusta alkaen 4,38 %. Vastaavat väkevyydet olivat käsittelyssä 1,2 mS/cm tähän nähden kaksinkertaisia ja käsittelyssä 2,4 mS/cm nelinkertaisia.

Käsittely 0,6 mS/cm sai vuonna 2002 tyypeä 0,96 g/taimi, fosforia 0,49 g/taimi ja kaliumia 2,89 g/taimi ja vuonna 2003 tyypeä 0,82 g/taimi, fosforia 0,25 g/taimi ja kaliumia 1,84 g/taimi. Käsittelyn 1,2 mS/cm lannoitusmäärät olivat tähän nähden kaksinkertaiset ja käsittelyn 2,4 mS/cm lannoitusmäärät nelinkertaiset. Vuosien väliset erot ravinnesuhteissa johtuvat siitä, että eri vaiheissa kasvukautta annetun lannoiteliuoksen ravinnesuhteet vaihtelivat ja lannoitusmäärät määräytyivät kasvin kulloisenkin vedentarpeen perusteella. Vuonna 2001 kasvualustan keskimääräinen kosteus oli -97 hPa ja tämän keskihajonta 87 hPa. Vuonna 2002 keskimääräinen kosteus oli -106 hPa ja tämän keskihajonta 77 hPa. Vuonna 2003 keskimääräinen maan kosteus oli -77 hPa ja tämän keskihajonta 55 hPa. Lannoitusten jaksottuminen kasvukaudelle vuosina 2002 ja 2003 on esitetty kuvassa 4. Vuonna 2002 kastelu- ja lannoituskertoja oli 25 ja vuonna 2003 24.

Kustakin koeruudusta kerättiin vuosina 2002 ja 2003 satoa ja tutkittiin sadon laatua. Sadonkorjuu ja laatumittaukset tehtiin samalla tavoin kuin mansikan kastelukokeessa (kts. kappale 2.1). Luettelo sadonkorjuupäivämääristä on taulukossa 5. Laatumittauksia tehtiin 27.6.2002, 3.7.2002 ja 10.7.2002.

Taimien kasvua ja seurattiin kasvinäytteillä, jotka pyrittiin ajoittamaan kasvien kehityksen kannalta tärkeisiin ajankohtiin. Kasvinäytteiden osalta menetteliin samalla tavoin kuin mansikan kastelukokeessa (kts. kappale 2.1). Luettelo kasvinäytepäivämääristä on taulukossa 5.

Tulosten tilastollinen analysointi tehtiin samoilla periaatteilla kuin mansikan kastelukokeessa (kts. kappale 2.1).



Kuva 4. Lannoituksen jaksottuminen kasvukaudelle mansikan lannoituskokeen eri lannoiteväkevyksillä 2002-2003.

Taulukko 5. Luettelo sadonkorjuupäivistä mansikan lannoituskokeessa 2002 ja 2003.

Vuosi	Päivämäärät							
2002	27.6.	1.7.	4.7.	8.7.	11.7.	15.7.	17.7.	
2003	18.7.	21.7.	23.7.	25.7.	30.7.	1.8.	4.8.	8.8.

## Vadelman kastelu- ja lannoituskoe

Vadelman kastelu- ja lannoituskoe toteutettiin MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä (60° 23' P, 22° 33' I; 7-8 m merenpinnan yläpuolella). Taimet istutettiin 17.-18.5.2001 mustaan muoviin 3,5 m:n rivivälillä ja 0,33 m:n taimi-

välillä (8570 kpl/ha). Taimien pienen koon vuoksi kuhunkin katemuovin taimireikään istutettiin kaksi tainta. Lajikkeena kokeessa oli 'Jatsi'. Kaste- luun käytettiin tihkulettoa Tipaz (40 cm suutinväli, 5,0 l/h/m), joka asennet- tiin katemuovin alle maan pintaan. Koeasetelmana oli satunnaistettujen loh- kujen koe, jossa oli neljä lohkoa ja kuusi käsittelyä. Käsittelyt muodostuivat kahden lannoitustavan ja kolmen kastelutavan yhdistelmästä. Maalajina koe- alueella oli multava hietamoreeni. Koepaikan lämpötilan vuorokausikeskiar- voista muodostetut käyrät on esitetty mansikan kastelukokeen yhteydessä kuvassa 1 ja kumulatiiviset sademäärät mansikan lannoituskokeen yhteydessä kuvassa 3. Mustaherukan kastelu- ja lannoituskokeen vuoksi kuvassa 3 on esitetty myös kasvukauden 2003 sateet, vaikka ne olivat vadelmakokeen kan- nalta merkityksettä. Sääasema sijaitsi noin 200 m:n päässä koealueelta.

Vuonna 2000 koealueella viljeltiin ohraa. Vuonna 1999 koealueen kaakkois- reunassa viljeltiin keräkaalia, mutta muuten kauraa. Vuonna 1998 koealueella viljeltiin kauraa. Samalla paikalla ei ole ainakaan kolmeenkymmeneen vuo- teen viljelty vadelmaa.

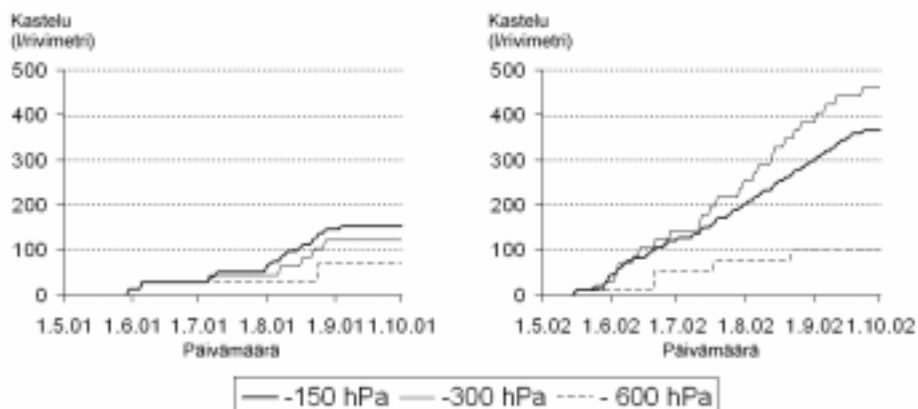
Kokeessa oli kolme kastelukäsittelyä, joissa tensiometrillä mitattuna kastelu- raja oli joko -150 hPa, -300 hPa tai -600 hPa. Maan kosteutta mitattiin ten- siometrillä (Nieuwkoop TM-93, 30 cm ja 60 cm mittausputkilla). Tensiomet- rejä oli jokaisessa kastelukäsittelyssä kahdella eri loholla. Tensiometrit asennettiin 20 cm:n ja 40 cm:n syvyyteen. Tensiometrejä luettiin kasvukau- den aikana kolme kertaa viikossa, maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantai- sin.

Kastelu käynnistettiin kussakin käsittelyssä ensimmäisen 20 cm:n syvyyteen asennetun tensiometrin saavutettua kastelurajan, jolloin annettiin vettä 7,5 l/rivimetri (-150 hPa), 18,8 l/rivimetri (-300 hPa) tai 41,3 l/rivimetri (-600 hPa). Näitä pienempiä kerta-annoksia voitiin antaa, mikäli kasteluraja ei ollut ylittynyt, mutta lannoitussuunnitelma edellytti kastelulannoituksen antamista.

Koealueen keskimääräiset maan kosteudet ja niiden keskihajonnat on esitetty taulukossa 6 sekä kumulatiiviset kastelut vuosittain on esitetty kuvassa 5. Ristiriitaiset arvot kastelun ja sadannan sekä maan kosteuden välillä on seli- tetty kappaleessa 3.3.2.

Taulukko 6. Keskimääräinen maan kosteus (hPa) ja sen keskihajonta (hPa) vadelman kastelu- ja lannoituskokeen eri käsittelyissä vuosina 2001-2002.

Vuosi	Syvyys (cm)	Maan kosteus (hPa) eri käsittelyissä		
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
2001	20	-123 ± 87	-125 ± 87	-145 ± 118
	40	-103 ± 29	-97 ± 30	-118 ± 77
2002	20	-242 ± 145	-186 ± 169	-185 ± 118
	40	-113 ± 31	-91 ± 35	-110 ± 56



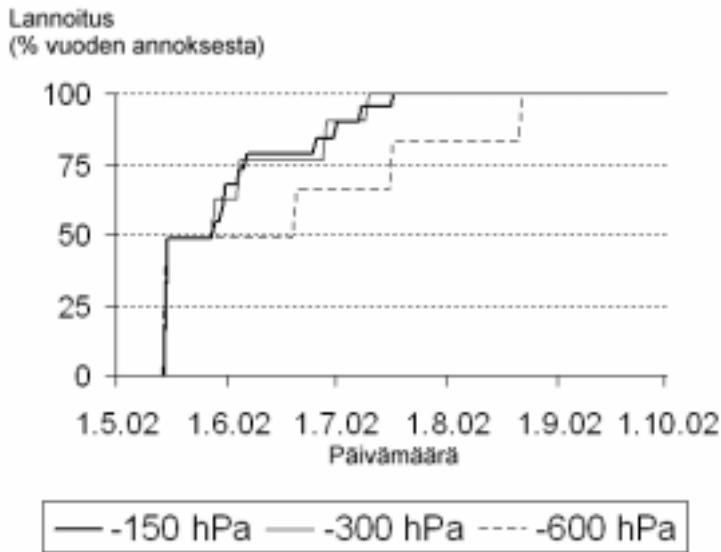
Kuva 5. Vadelman kumulatiivinen kastelu (l/rivimetri) vuosina 2001 ja 2002 eri kastelurajakäsittelyissä.

Vadelmakoealueella verrattiin vuonna 2002 eri kastelukäsittelyjen lisäksi kahta eri lannoitustapaa, kastelulannoitusta ja lannoitusta rakeisilla lannoitteilla. Kokeen kastelulannoituksissa käytettiin Agrojet-merkkistä lannoiteinjektoria, jossa laimennussuhteena oli 1:100. Emoliuosten vahvuutena oli joko 10 % tai 20 %.

Vuonna 2001 koko koealueelle annettiin peruslannoitus rakeisilla lannoitteilla ennen istutusta 15.5.2001. Tässä lannoituksessa pyrittiin tasaamaan viljavuusanalyysissä havaitut puutteet. Rivimetriä kohden annettiin tyypeä 11,0 g, fosforia 4,4 g ja kaliumia 26,2 g (Puutarhan Y3 109,7 g/rivimetri ja Kaliumsulfaatti 18,9 g/rivimetri). Lisäksi samassa yhteydessä annettiin Mangaanilannosta 22,9 g/rivimetri. Peruslannoitus levitettiin tasaisesti koko koealueelle, myös riviväleihin. Ennen kokeen alkua otetun viljavuusanalyysin tulokset on esitetty mansikan kastelukokeen yhteydessä taulukossa 2.

Vuonna 2002 rakeista lannoitetta saaneet käsittelyt saivat tyypeä 10,6 g/rivimetri, fosforia 4,2 g/rivimetri ja kaliumia 18,0 g/rivimetri (Puutarhan Y3 106,0 g/rivimetri ja Kaliumsulfaatti 12,0 g/rivimetri). Lannoitukset tehtiin keväisin kasvukauden alkaessa 17.4.2002 ja 13.5.2003.

Vuonna 2002 kastelulannoitetta saaneet käsittelyt saivat yhteensä 10,9 g/rivimetri, fosforia 3,6 g/rivimetri ja kaliumia 23,4 g/rivimetri (Lannoitesekoitus, jossa Puutarhan täyslannosta 54 %, Puutarhan hydrolannosta 25 % ja Kaliumnitraattia 21 %). Kastelukäsittelystä riippuen lannoitemäärä jaettiin kymmeneen (kastelurajakäsittely -150 hPa), viiteen (kastelurajakäsittely -300 hPa) tai neljään (kastelurajakäsittely -600 hPa) erään kasvukaudelle. Kastelulannoituskäsittelyjen saamien lannoitusten jaksottuminen kasvukaudelle on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Vadelman kastelulannoitusten jaksottuminen eri kastelurajakäsittelyissä kasvukaudella 2002.

Vuonna 2003 kastelu- ja lannoituskäsittelyjä ei enää tehty, koska koe lopetettiin toukokuun lopussa tehtyihin talvehtimishavaintoihin. Laajoista talvivaurioista johtuvan vadelmakokeen heikon kunnan vuoksi kokeesta voitiin mitata ainoastaan talvehtiminen. Muita havaintoja ei tehty.

Vadelman versojen talvehtiminen arvioitiin silmämääräisesti 4.6.2002 ja 28.5.2003. Kukin verso arvioitiin erikseen asteikolla 0 = täysin kuollut, 1 = yli 50 % kuollut, 2 = alle 50 % kuollut ja 3 = täysin hengissä. Näistä laskettiin eri arvosanojen saaneiden versojen lukumäärien suhteelliset osuudet versojen kokonaismäärästä. Käsittelyjen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys laskettiin varianssianalyysillä näistä suhteellisista osuuksista.

Tulosten tilastollisiin analyysihin käytettiin SAS 8.01 -tilasto-ohjelmiston proseduuria Mixed. Tilastollisten testien merkitsevyytensä käytettiin kaikissa tapauksissa arvoja  $p < 0,05$  (tilastollisesti merkitsevä) tai  $p < 0,10$  (tilastollisesti lievästi merkitsevä).

## Mustaherukan kastelu- ja lannoituskoe

Mustaherukan kastelu- ja lannoituskoe toteutettiin MTT puutarhatuotannossa Piikkiössä (60° 23' P, 22° 33' I; 8-9 m merenpinnan yläpuolella). Taimet istutettiin 17.-18.5.2001 mustaan muoviin 3,5 m:n rivivälillä ja 0,33 m:n taimivälillä (8 570 kpl/ha). Lajikkeena kokeessa oli 'Mortti'. Kasteluun mustaherukalla käytettiin tihkulettoa Tipaz (40 cm suutinväli, 5,0 l/h/m), joka asennettiin katemuovin alle maan pintaan. Koeasetelmana oli satunnaistettujen

lohkojen koe, jossa oli neljä lohkoa ja kuusi käsittelyä. Käsittelyt muodostuivat kahden eri lannoitustavan ja kolmen eri kastelutavan yhdistelmistä. Maa-lajina koealueella oli multava hietamoreeni. Koepaikan lämpötilan vuorokausikeskiarvoista muodostetut käyrät on esitetty mansikan kastelukokeen yhteydessä kuvassa 1 ja kumulatiiviset sademäärät mansikan lannoituskokeen yhteydessä kuvassa 3. Sääasema sijaitsi noin 200 m:n päässä koealueelta.

Vuonna 2001 koealuetta ei sadesuojattu. Koska sateet vaikuttivat selvästi koealueen maan kosteuteen, kasvukaudeksi 2002 koe suojattiin sateelta. Sadesuojauksena toimi koko koealueen peittävä tiiviiksi saumattu muovi, jonka päälle levitettiin haketta estämään muovin lämpenemistä ja imemään pienempiä vesimääriä. Kasvukaudeksi 2003 sadesuojaus poistettiin, koska katsottiin, että se ei vastaa normaalia viljelykäytäntöä ja toisaalta myös hidastaa maan kuivumista estämällä veden haihtumisen.

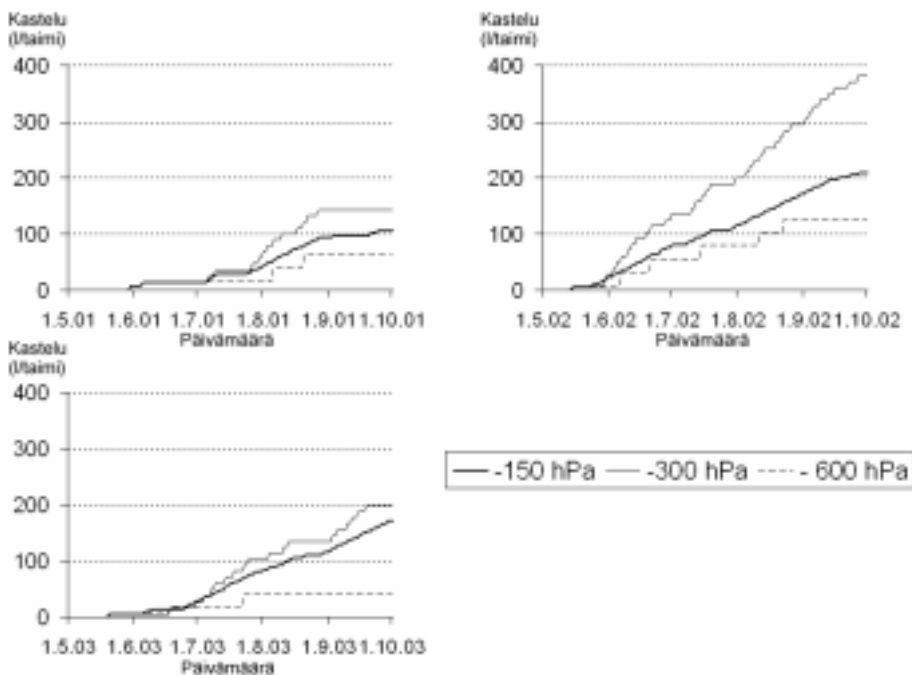
Vuonna 2000 koealueella viljeltiin ohraa ja vuosina 1999 ja 1998 kauraa. Samalla paikalla ei ole ainakaan kolmeen kymmeneen vuoteen viljelty herukoita.

Kokeessa oli kolme kastelukäsittelyä, joissa tensiometrillä mitattuna kasteluraja oli joko -150 hPa, -300 hPa tai -600 hPa. Maan kosteutta mitattiin tensiometrillä (Nieuwkoop TM-93, 30 cm ja 60 cm mittauspukilla). Tensiometrejä oli jokaisessa kastelukäsittelyssä kahdella eri loholla. Tensiometrit asennettiin 20 cm:n ja 40 cm:n syvyyteen ja niitä luettiin kasvukauden aikana kolme kertaa viikossa, maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin.

Kastelu käynnistettiin kussakin käsittelyssä ensimmäisen 20 cm:n syvyyteen asennetun tensiometrin saavutettua kastelurajan, jolloin annettiin vettä 4,3 l/taimi (-150 hPa), 10,7 l/taimi (-300 hPa) tai 23,6 l/taimi (-600 hPa). Näitä pienempiä kerta-annoksia voitiin antaa, mikäli kasteluraja ei ollut ylittynyt, mutta lannoitussuunnitelma edellytti kastelulannoituksen antamista. Koealueen keskimääräiset maan kosteudet ja niiden keskihajonnat on esitetty taulukossa 7 sekä kumulatiiviset kastelumäärät vuosittain on esitetty kuvassa 7.

Taulukko 7. Keskimääräinen maan kosteus (hPa) ja sen keskihajonta (hPa) mustaherukan kastelu- ja lannoituskokeen eri käsittelyissä vuosina 2001-2003.

Vuosi	Syvyys (cm)	Maan kosteus (hPa) eri käsittelyissä		
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
2001	20	-152 ± 72	-173 ± 108	-214 ± 159
	40	-122 ± 21	-125 ± 26	-135 ± 36
2002	20	-215 ± 102	-253 ± 137	-270 ± 141
	40	-123 ± 10	-129 ± 29	-155 ± 49
2003	20	-151 ± 63	-207 ± 133	-206 ± 116
	40	-125 ± 17	-143 ± 43	-206 ± 129



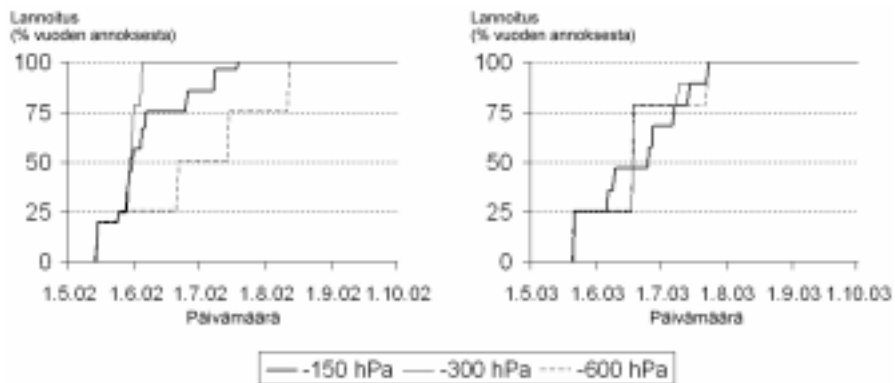
Kuva 7. Mustaherukan kumulatiivinen kastelu (l/taimi) vuosina 2001-2003 eri kastelurajakäsittelyissä.

Mustaherukkaoalueella verrattiin vuosina 2002 ja 2003 eri kastelukäsittelyjen lisäksi kahta lannoitustapaa, kastelulannoitusta ja lannoitusta rakeisilla lannoitteilla. Kokeen kastelulannoituksissa käytettiin Agrojet-merkkistä lannoiteinjektoria, jossa laimennussuhteena oli 1:100. Emoliuosten vahvuutena oli tilanteesta riippuen joko 10 % tai 20 %.

Vuonna 2001 koko koealueelle annettiin peruslannoitus rakeisilla lannoitteilla ennen istutusta 15.5.2001. Tässä lannoituksessa pyrittiin tasaamaan viljavuusanalyysissä havaitut puutteet. Tainta kohden annettiin typpeä 3,3 g, fosforia 2,3 g ja kaliumia 13,0 g (Puutarhan Y3 33,1 g/taimi ja Kaliumsulfaatti 20,8 g/taimi). Lisäksi samassa yhteydessä annettiin Mangaanilannosta 10,3 g/taimi. Peruslannoitus levitettiin tasaisesti koko koealueelle, myös riviväleihin. Ennen kokeen alkua otetun viljavuusanalyysin tulokset on esitetty taulukossa 2.

Vuonna 2002 rakeista lannoitetta saaneet käsittelyt saivat typpeä 4,4 g/taimi, fosforia 1,8 g/taimi ja kaliumia 11,0 g/taimi (Puutarhan Y3 44,3 g/taimi ja Kaliumsulfaatti 8,6 g/taimi). Vuonna 2003 rakeista lannoitetta saaneet käsittelyt saivat typpeä 3,8 g/taimi, fosforia 1,6 g/taimi ja kaliumia 9,3 g/taimi (Puutarhan Y3 37,9 g/taimi ja Kaliumsulfaatti 7,1 g/taimi). Lannoitukset tehtiin keväisin kasvukauden alkaessa 17.4.2002 ja 13.5.2003.

Vuosina 2002 ja 2003 kastelulannoitetta saaneet käsittelyt saivat yhteensä typpeä 3,8 g/taimi, fosforia 1,7 g/taimi ja kaliumia 10,6 g/taimi (Lannoitesekoitus, jossa Puutarhan hydrolannosta 60 %, Puutarhan täyslannosta 26 % ja Kaliumnitraattia 14 %). Kastelukäsittelystä riippuen tämä lannoitemäärä jaettiin vuonna 2002 kymmeneen (kastelurajakäsittely -150 hPa) tai viiteen (kastelurajakäsittelyt -300 hPa ja -600 hPa) erään kasvukaudelle ja vuonna 2003 kahdeksaan (kastelurajakäsittely -150 hPa), neljään (kastelurajakäsittely -300 hPa) tai kolmeen (kastelurajakäsittely -600 hPa) erään kasvukaudelle. Kastelulannoituskäsittelyjen saamien lannoitusten jaksottuminen kasvukaudelle on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Mustaherukan kastelulannoituskäsittelyjen saamien lannoitteiden jakautuminen kasvukaudelle eri kastelukäsittelyissä vuosina 2002 ja 2003.

Mustaherukalta korjattiin satoa 14.8.2002 ja 28.8.2003. Satokorjuuseen käytettiin kustakin ruudusta yksi taimi, joka valittiin satunnaisesti ruudun keskellä olleista viidestä taimesta. Satotuloksina mitattiin kokonaissato g/taimi, satunnaisotannan perusteella sadan marjan paino sekä marjojen sokeripitoisuutta kuvaava liukoisten kuiva-aineiden pitoisuus eli niin sanottu brix-luku. Brix-luku mitattiin vuonna 2002 satunnaisista kolmesta näytteestä ja vuonna 2003 satunnaisesta kuudesta näytteestä. Mittaukseen käytettiin refraktometriä Atago PR-101.

Samoista taimista, joista korjattiin sato, laskettiin myös kukkien lukumäärä 22.-27.5.2002 ja 2.-4.6.2003. Kukkien ja raakileiden varisemista tutkittiin laskemalla varisemisprosentti,  $100 \% - ((\text{sato g/taimi}) / (\text{sadan marjan paino (g)} / 100)) / (\text{kukkia kpl/taimi})$ .

Vegetatiivista kasvua mitattiin myös edellä mainituista sadonkorjuutaimista 26.9.2001, 13.9.2002 ja 12.9.2003. Vuosina 2002 ja 2003 mitattiin ja laskettiin sekä oksien kokonaispituus (m/taimi) että oksien lukumäärä (kpl/taimi). Vuonna 2001 laskettiin ainoastaan oksien lukumäärä. Kasvinäytteinä otettiin yksi taimi kustakin ruudusta 27.8.2002 ja 1.9.2003. Näistä punnittiin lehtien



kokonaispaino (g/taimi), juurten kokonaispaino (g/taimi) sekä varsien kokonaispaino (g/taimi).

Tulosten tilastolliseen analyysiin käytettiin varianssianalyysiä ja SAS 8.01 -tilasto-ohjelmiston proseduuria Mixed. Tilastollisten testien merkitsevyystasona käytettiin kaikissa tapauksissa arvoja  $p < 0,05$  (tilastollisesti merkitsevä) tai  $p < 0,10$  (tilastollisesti lievästi merkitsevä).

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

### Mansikan kastelu kannattaa

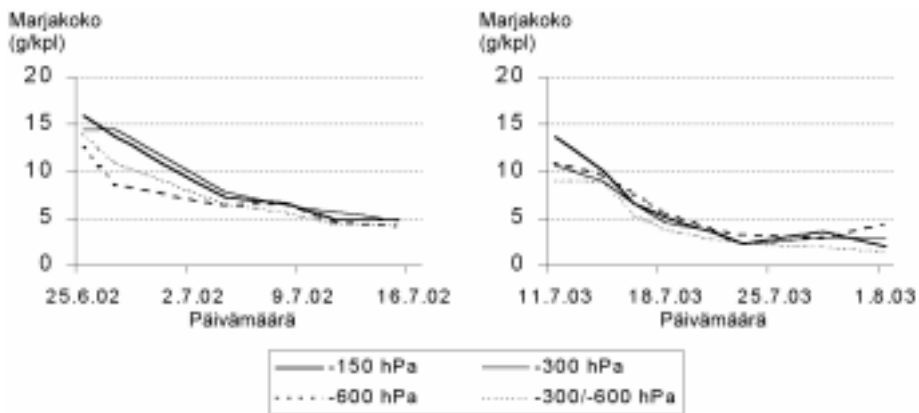
Mansikka menestyi kastelukokeessa vuosina 2001 sekä 2002 hyvin ja vuonna 2003 talvituhojen vuoksi heikosti. Käsittelyjen välille onnistuttiin muodostamaan maan kosteuden eroja vuosina 2001 ja 2002, jonka vuoksi myös kasvuun ja sadontuottoon saatiin käsittelyjen välistä vaihtelua. Kokeesta saatiin selkeitä tuloksia, joiden perusteella mansikan kastelua pystytään ohjeistamaan myös käytännön viljelyä ajatellen.

### Hyvä kastelu antoi paremman sadon

Vuonna 2002 kastelu vaikutti satotasoihin (Taulukko 8). Kokonaissatona kaikki muut käsittelyt antoivat noin 660 g/taimi, paitsi runsaimman kosteuden käsittely -150 hPa noin 750 g/taimi. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Maan kosteus lisäsi myös kauppakelpoista satoa, joskaan käsittelyjen väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Ensimmäisen sadonkorjuuviikon aikana lisääntynyt maan kosteus lisäsi myös marjakokoa, tosin ei tilastollisesti merkitsevästi (Kuva 9). Loppusadosta ei marjakoossa ollut havaittavia eroja eri käsittelyjen välillä. Vuonna 2003 ei eri maan kosteuden käsittelyjä pystytty toteuttamaan, ja siksi myöskään käsittelyjen välille ei satotasoissa voinut muodostua eroja. Satotasot ovat muunnettavissa hehtaarisadoiksi kertomalla ne luvulla 40 000 ( $100 \text{ g/taimi} = 4 \text{ tn/ha}$ ).

Taulukko 8. Sadot (g/taimi) mansikan kastelukokeessa 2002 ja 2003. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan tilastollisesti.

Vuosi	Sadon tyyppi	Sato (g/taimi) eri käsittelyissä			
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2003	Kokonaissato	750a	660b	660b	663b
	Kauppakelpoinen sato	561	509	474	493
2003	Kokonaissato	104	100	133	100
	Kauppakelpoinen sato	80	70	98	60



Kuva 9. Mansikan marjakoko ja sen muutos eri satokauden vaiheissa mansikan kastelukokeen käsittelyissä vuosina 2002 ja 2003.

Marjojen laatumittausten perusteella maan kosteuden lisääminen antaa maakeampia, mutta pehmeämpiä marjoja (Taulukot 9 ja 10). Brix-luvussa käsittelyjen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja 1.7.2002 ja 9.7.2002 tehdyissä mittauksissa. Kiinteysmittauksissa 25.6.2002 oli käsittelyjen välillä tilastollisesti lievästi merkitseviä eroja ja 1.7.2002 tilastollisesti merkitseviä eroja. Happamuudessa ei ollut käsittelyjen välisiä eroja (Taulukko 11).

Taulukko 9. Marjojen brix-luku mansikan kastelukokeessa vuonna 2002. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Näytepv	Marjojen brix-luku eri käsittelyissä		
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
25.6.2002	8,9	8,9	9,0
1.7.2002	8,4a	7,9b	7,7b
9.7.2002	9,0a	8,5b	8,8b

Taulukko 10. Kiinteysmittarilla mitattu marjojen kiinteyttä kuvaava puristusta vastustava voima (N) mansikan kastelukokeessa vuonna 2002. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Näytepv	Marjojen kiinteyttä (N) eri käsittelyissä		
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
25.6.2002	1,59a	1,75ab	1,82b
1.7.2002	1,24a	1,49b	1,51b
9.7.2002	1,53	1,38	1,47

Taulukko 11. Marjojen happamuus (pH) mansikan kastelukokeessa vuonna 2002.

Näytepvm	Marjojen happamuus (pH) eri käsittelyissä		
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
25.6.2002	3,1	3,1	3,1
1.7.2002	3,0	3,1	3,1
9.7.2002	2,7	2,6	2,6

## Kastelu vaikutti vain vähän taimien kasvuun

Kasvinäytteiden tulokset on esitetty taulukoissa 12-17. Istutusvuonna 2001 kasvit lähtivät hyvin kasvuun ja ensimmäisissä kasvinäytteissä kukintainduktion aikaan syyskuussa 2001 kasvu oli tasaista kaikissa käsittelyissä. Ainoastaan rönsyjen tuotannossa oli käsittelyjen välisiä suurempia eroja: Käsittelyssä -300 hPa rönsyjen tuotanto oli heikompaa kuin muissa käsittelyissä.

Kasvukauden alkaessa huhti-toukokuun vaihteessa 2002 tulokset olivat edelleen tasaisia. Kasvinäytteissä tarkkailtiin kasvun lähtötilannetta, jolloin taimissa oli lähinnä vain juurakko ja juuria. Taimet olivat talvehtineet hyvin ja tulokset osoittavat, että juurakot olivat vielä syksyllä 2001 kasvaneet hyvin seuraavan kesän sadontuottokykyä ajatellen. Ensimmäisen kukinnan aikana kesäkuun 2002 alussa ja satokauden alussa kesäkuun lopussa 2002 otetuissa näytteissä tulokset olivat edelleen tasaisia. Taimet kasvoivat hyvin.

Satokauden 2002 myötä eri käsittelyjen välille alkoi muodostua eroja. Satokauden 2002 lopussa lehtiä oli käsittelyissä -300 hPa ja -300/-600 hPa enemmän kuin käsittelyissä -150 hPa ja -600 hPa. Ero oli tilastollisesti lievästi merkitsevä. Myös juurten määrässä käsittelyjen välillä ilmeni tilastollista lievää merkitsevyyttä, käsittelyn -600 hPa tuotettua muita vähemmän juuria. Muiden kasvinosien osalta tuloksissa ei ollut selkeitä eroja.

Vuoden 2002 kukintainduktion aikana syyskuussa ei käsittelyjen välisiä eroja ilmennyt, ja tulokset olivat rönsyjen tuotantoa lukuun ottamatta melko tasaisia. Vastoin odotuksia rönsyjen määrä väheni maan kosteuden lisääntyessä. Ero ei tosin ollut tilastollisesti merkitsevä.

Vuoden 2003 lähtötilanne kasvukauden alussa oli tasainen eikä käsittelyjen välisiä eroja ilmennyt. Kasvun lähtiessä käyntiin lopukevästä alkoivat edellisen talven talvivauriot näkyä. Kasvu oli vuoteen 2002 verrattuna vähäistä ja kituvaa. Parhaiten kasvuun lähti käsittely -600 hPa.

Kukinnan 2003 aikana otetuissa kasvinäytteissä lehtien ja kukkavanojen määrä oli käsittelyssä -600 hPa selvästi muita käsittelyjä suurempi. Toisaalta käsittelyssä -300 hPa oli muita käsittelyjä suurempi juurten massa. Juurakon ja rönsyjen kasvun osalta tulokset olivat tasaisia.

Satokauden 2003 alussa käsittelyssä -600 hPa lehtien ja kukkavanojen massa oli edelleen olennaisesti muita käsittelyjä suurempi, vaikka ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tässä käsittelyssä myös rönsyjen kasvu oli alkanut voimakkaimmin. Juurten ja juurakon massassa ei ollut selkeitä eroja. Satokauden 2003 lopussa käsittelyssä -600 hPa rönsyjen ja kukkavanojen määrä oli vieläkin muita suurempi. Lehtien, juurten ja juurakon massassa ei ollut selkeitä eroja.

Kukintainduktion aikana syyskuussa 2003 käsittelyssä -600 hPa lehtien määrä oli edelleen muita käsittelyjä suurempi, joskin erot olivat alkaneet tasoitumaan eikä tilastollista merkitsevyyttä ollut. Rönsyjen kasvussa sekä käsittelyjen välinen että käsittelyjen sisäinen hajonta oli erittäin suurta, eikä käsittelyjen välisiä tilastollisia eroja ilmennyt. Myöskään juurten ja juurakon massassa ei ollut selkeitä eroja.

Taulukko 12. Lehtiruotien massa mansikan kastelukokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi / Näyte	Lehtiruotien massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	31	28	22	30
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2002 / Kukinta	57	61	60	53
2002 / Satokauden alku	52	66	57	54
2002 / Satokauden loppu	46a	63b	46a	68b
2002 / Induktio	75	70	79	82
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2003 / Kukinta	14a	14a	33b	15a
2003 / Satokauden alku	34	15	56	17
2003 / Satokauden loppu	28	14	42	20
2003 / Induktio	37	47	68	29

Taulukko 13. Lehdyköiden massa mansikan kastelukokeessa (g/taimi). Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi / Näyte	Lehdyköiden massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	72	64	58	71
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2002 / Kukinta	73	73	76	67
2002 / Satokauden alku	82	90	81	79
2002 / Satokauden loppu	80a	96b	75a	99b
2002 / Induktio	121	119	131	127
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2003 / Kukinta	23a	22a	45b	23a
2003 / Satokauden alku	54	28	85	31
2003 / Satokauden loppu	57	31	74	41
2003 / Induktio	77	97	114	60

Taulukko 14. Kukkavanojen massa mansikan kastelukokeessa (g/taimi). Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi / Näyte	Kukkavanojen massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	-	-	-	-
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2002 / Kukinta	75	77	82	74
2002 / Satokauden alku	36	39	35	39
2002 / Satokauden loppu	35	41	41	51
2002 / Induktio	-	-	-	-
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2003 / Kukinta	6a	9a	16b	5a
2003 / Satokauden alku	10	3	13	5
2003 / Satokauden loppu	6a	3a	11b	7ab
2003 / Induktio	-	-	-	-

Taulukko 15. Rönkyjen massa mansikan kastelukokeessa (g/taimi). Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi / Näyte	Rönkyjen massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	256a	177b	226a	236a
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2002 / Kukinta	2	2	3	2
2002 / Satokauden alku	9	7	8	9
2002 / Satokauden loppu	10	8	12	15
2002 / Induktio	97	105	145	138
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-	-
2003 / Kukinta	0	0	2	1
2003 / Satokauden alku	2a	1a	16b	0a
2003 / Satokauden loppu	4a	1a	35b	7a
2003 / Induktio	18	71	43	4

Taulukko 16. Juurakon massa mansikan kastelukokeessa (g/taimi).

Vuosi / Näyte	Juurakon massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	8	7	6	7
2002 / Kasvukauden alku	19	24	24	19
2002 / Kukinta	26	27	27	24
2002 / Satokauden alku	26	28	25	24
2002 / Satokauden loppu	25	28	26	30
2002 / Induktio	40	37	37	37
2003 / Kasvukauden alku	63	71	51	66
2003 / Kukinta	44	48	43	39
2003 / Satokauden alku	41	32	47	42
2003 / Satokauden loppu	44	35	41	41
2003 / Induktio	55	59	71	51

Taulukko 17. Juurten massa mansikan kastelukokeessa (g/taimi). Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi / Näyte	Juurten massa (g/taimi) eri käsittelyissä			
	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	-300/-600 hPa
2001 / Induktio	11	8	9	10
2002 / Kasvukauden alku	14	19	18	18
2002 / Kukinta	15	16	13	17
2002 / Satokauden alku	15	16	11	17
2002 / Satokauden loppu	10a	11ab	9b	13a
2002 / Induktio	19	20	15	16
2003 / Kasvukauden alku	38	43	36	40
2003 / Kukinta	23a	32b	20a	18a
2003 / Satokauden alku	14	22	16	14
2003 / Satokauden loppu	15	9	11	12
2003 / Induktio	17	14	19	15

## Kastelulla ei ollut suoraa vaikutusta talvehtimiseen

Taimet talvehtivat ensimmäisenä koetalvena 2001-2002 erinomaisesti, mutta kärsivät ankarasta talvesta 2002-2003. Koko koealueella oli kuitenkin vain kaksi täysin kuollutta tainta ja talvivauriot ilmenivät heikompana kuntona. Talvivauriot ovat havaittavissa välillisesti kasvu- ja satotuloksissa, ja niiden perusteella vaikuttaa siltä, että käsittely -600 hPa olisi talvehtinut muita paremmin.

## Resepti: Tensiometri, tihkuletku ja tasaisesti vettä

Vuoden 2002 satotulosten perusteella mansikka hyötyy tasaisesta ja runsaasta maan kosteudesta. Käsittelyjen väliset maan kosteuden erot olivat pieniä, mutta jo niiden välillä satoeroja esiintyi. Tämän perusteella mansikka lienee erittäin herkkä maan kosteuden vaihteluille ja kuivuudelle.

Kasvukaudella 2003 taimien vedenkulutus oli niin pieni, että käsittelyjen välille ei pystytty luomaan eroja maan kosteudessa eikä myöskään satotasoisissa ollut selkeitä eroja. Kastelurajoja ei missään käsittelyssä saavutettu missään vaiheessa kasvukautta, ja kasvit saivat ainoastaan kastelulannoituksen edellyttämät kastelut. Syy vuoden 2003 heikkoon satotasoon löytyy kasvukautta edeltäneistä syksystä ja talvesta. Syksyllä pakkaset tulivat aikaisin, mikä keskeytti kukka-aiheiden muodostumisen jo varhaisessa vaiheessa. Lisäksi talvi oli kylmä ja vähäluminen, mikä aiheutti merkittäviä talvituhoja taimille. Nämä tekijät heikensivät mansikan sadontuottoa.

Taimimateriaali oli istutettaessa hyvin tasaista, minkä vuoksi taimien kasvussa ja kehityksessä ei istutusvuonna ilmennyt runsaasti eroja. Vuonna 2002 eri

kastelukäsittelyiden väliset kosteuserot heijastuivat tuloksiin. Koska vuonna 2003 ei kosteuseroja onnistuttu luomaan, eivät myöskään tuloksissa esiintyneet erot voi johtua vuoden 2003 kastelusta tai maan kosteudesta. Sen sijaan tuloksiin ovat saattaneet vaikuttaa edelleen vuoden 2002 maan kosteus sekä sen aiheuttamat erot talvehtimisessa.

Vuonna 2002 kastelu lisäsi satoa ja yllättäen myös näytti vähentävän rönsyntuotantoa, vaikka rönsyjen osalta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ilmeisesti kuivuus on stressitekijänä lisännyt kasvin rönsyntuotantoa, joka kilpailee resursseista kukintainduktion kautta ja sitä kautta heikentää seuraavan vuoden satopotentiaalia. Kinnanen ja Säkö (1979) suosittavat edellisen Suomessa tehdyn mansikan kastelututkimuksen pohjalta olemaan kastelematta loppukesästä, jotta kukintainduktio tehostuisi. Tämän tutkimuksen perusteella kastelu loppukesästä näyttäisi kuitenkin kannattavan.

Maan kosteustilan parantuminen lisäsi marjojen makeutta mutta heikensi niiden kiinteyttä. Vaikka tuloksissa oli tilastollisestikin merkitseviä eroja, on niiden merkitys käytännössä kyseenalainen. Brix-mittauksissa havaitut erot olivat melko pieniä, ja esimerkiksi lajikkeiden väliset erot ovat yleensä tätä huomattavasti suurempia. Tässä tutkimuksessa erot olivat niin pieniä, että ne tuskin vaikuttavat kuluttajan ostopäätökseen. Marjojen pehmentymisen merkitystä on vaikea arvioida. Laboratorio-olosuhteissa tehty kiinteysmittaus on suuntaa antava, mutta todellisesta kuljetuskestävyydestä se kertoo vain osan. Myös tuloksena saatujen lukuarvojen siirtäminen käytäntöön on hankalaa.

Vaikka runsaimman maan kosteuden käsittely menestyi hyvänä vuonna parhaiten, sisältyi siihen myös riskinsä. Vähäisimmän kastelun käsittely, -600 hPa, selvisi vaikeasta talvesta 2002-2003 selvästi parhaiten, vaikkakin loppukesää 2003 kohti mentäessä tilanne alkoi tasaantua käsittelyjen välillä.

Kokeessa ilmeni myös muutamia käsittelyjen välisiä eroja, joita on vaikea selittää maan kosteuden erojen tai kokeen hoidon perusteella. Tällaisia ovat syksyn 2001 muita runsaampi rönsyntuotanto sekä loppukesän 2002 muita voimakkaampi kasvu käsittelyissä -300 hPa ja -300/-600 hPa. Nämä ilmiöt eivät toistuneet muina vuosina ja johtunevat sattumasta.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia aiemmista tutkimuksista saatujen tulosten kanssa. Krüger ym. (2002) vertasivat kastelurajoja -200 hPa ja -300 hPa ja havaitsivat, että näiden kahden kastelurajan välillä ei ollut eroa mansikan sadontuotokyvyyssä. Toisaalta Evenhuis ja Alblas (2002) havaitsivat kastelurajoilla -150 hPa ja -200 hPa satovasteen olleen parempi kuin kastelurajalla -300 hPa. Clarkin ym. (1996) tutkimuksessa kastelurajojen -50 hPa, -100 hPa ja -150 hPa välillä ei ollut eroja. Tahvonen ym. (2001) vertasivat kahta maan kosteuden vaihteluväliä, -100 ... -200 hPa ja -200 ... -700 hPa, ja havaitsivat satotasojen olevan kosteampana pysyneessä maassa parempia kuin kuivemmassa vaihtoehdossa.

On mahdollista, että mansikan optimaalinen maan kosteus vaihtelee kasvu- paikan ympäristöolosuhteiden sekä taimen kehitysvaiheen mukaan. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että optimisatojen saavuttamiseksi maan kosteustilan olisi hietamailla oltava vähintään noin -150 hPa. Talvehtimisen kannalta tämä sisältänee kuitenkin riskin. Toisaalta vaikean talven jälkeen satoerot jäivät kuitenkin pieniksi ja loppukasvukaudesta talven aiheuttamat kasvuerot alkoivat tasaantua.

Tämän kokeen ja Tahvosen ym. (2001) kokeen perusteella mansikan kerta- kastelumääräksi hietamaille suositellaan 1,5 – 2 l/taimi, jos maan kosteustila on tensiometrillä mitattuna -150 hPa. Koealueilla tämä on tarkoittanut noin 25 – 40 l:n kastelumääriä tainta kohti kasvukaudella.

Kastelu kannattaa mitoittaa kasvin vedenkulutuksen mukaan. Mansikalla vedenkulutus oli ensimmäisenä satovuonna 2002 selvästi suurempi kuin kahden muuna vuonna. Istutusvuoden 2001 kastelumäärät olivat vähäisiä, koska taimet olivat nuoria ja vielä pienikokoisia. Toisen satovuoden 2003 kastelumäärät olivat vähäisiä, koska taimet kärsivät pahoja talvivaurioita edeltävänä talvena ja siksi niiden kasvu- ja sadontuottokyky oli heikko.

Kastelutarve kannattaa määrittää maan kosteuden mittaustulosten perusteella, koska taimen vedenkulutus vaihtelee huomattavasti satopotentialin, kasvuvaiheen sekä ympäristötekijöiden mukaan. Tensiometri soveltui hyvin mansikan kastelutarpeen määrittäjäksi.

## **Mansikan voimakas lannoitus on riskinottoa**

Mansikka menestyi lannoituskokeessa vaihtelevasti ja lannoituskäsittelyjen välille muodostui selkeitä eroja. Kokeesta saatiin selkeitä tuloksia, joiden perusteella mansikan kastelulannoitusta pystytään ohjeistamaan myös käytännön viljelyä ajatellen.

## **Suuremmalla lannoituksella lisää satoa terveistä taimista**

Vuonna 2002 sadot olivat hyviä. Kokonaissato oli keskimäärin 688 g/taimi, ja sekä kokonaissadon että kauppakelpoisen sadon määrä kasvoi lannoituksen lisääntyessä (Taulukko 18). Käsittelyjen väliset erot olivat tilastollisesti lievästi merkitseviä. Sen sijaan marjakokoon eivät käsittelyt vaikuttaneet selvästi (Kuva 10).

Vuonna 2003 satotasot olivat selvästi edeltävää vuotta heikompia, joskin vielä tyydyttäviä. Kokonaissato oli kokeessa keskimäärin 287 g/taimi. Voimakkaimmin lannoitettu käsittely oli talvehtinut selvästi kahta muuta käsitte- lyä heikommin, ja sen satotasot olivat selvästi muita huonompia. Sen sijaan kahden vähemmän lannoitetun käsittelyn välillä ei ollut juurikaan eroa sato-

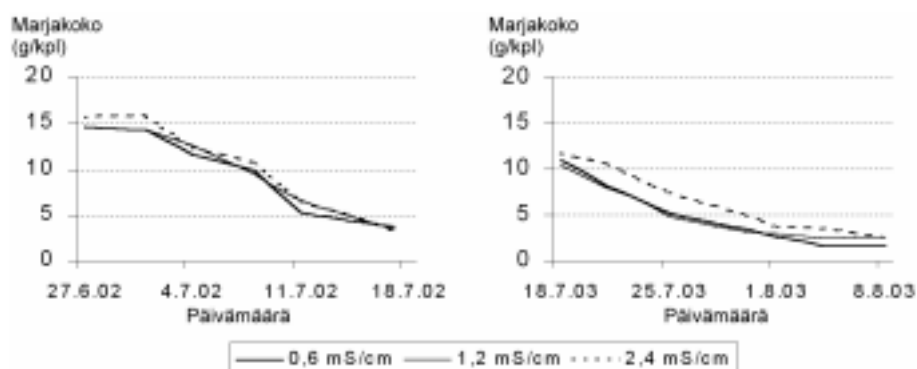


tasoissa. Voimakkaimmin lannoitettu käsittely tuotti muita suurempia marjoja. Satotasot ovat muunnettavissa hehtaarisadoiksi kertomalla ne luvulla 40000 (100 g/taimi = 4 tn/ha).

Laatumittausten perusteella lannoituksen lisääminen teki marjoista pehmeämpiä ja happamampia (Taulukot 19, 20 ja 21). 27.6.2002 tehdyssä brixmittauksessa lannoituksen lisääminen lisäsi myös makeutta, mutta myöhemmissä mittauksissa selkeitä, yksiselitteisiä tuloksia ei saatu. Brix- ja happamuusmittausten osalta kaikki esitetyt käsittelyjen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Kiinteysmittauksissa erot olivat 27.6.2002 ja 3.7.2002 tilastollisesti lievästi merkitseviä ja 10.7.2002 tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 18. Sadot (g/taimi) mansikan kastelukokeessa 2002 ja 2003. Käsittelyjen väliset tilastollisesti merkitsevät erot on osoitettu luvun perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytenpäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi	Sadon tyyppi	Sato (g/taimi) eri käsittelyissä		
		0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2002	Kokonaissato	595a	702ab	766b
	Kauppakelpoinen sato	458a	553ab	616b
2003	Kokonaissato	351a	365a	145b
	Kauppakelpoinen sato	257a	267a	109b



Kuva 10. Mansikan marjakoko ja sen muutos eri satokauden vaiheissa mansikan lannoituskokeessa eri lannoiteväkevyyksillä 2002 ja 2003.

Taulukko 19. Marjojen brix-luku mansikan lannoituskokeessa 2002. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytenpäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Näytenpvm	Marjojen brix-luku eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
27.6.2002	6,8a	7,2a	8,6b
3.7.2002	7,6a	6,9b	7,5a
10.7.2002	7,7	7,4	7,4

Taulukko 20. Kiinteysmittarilla mitattu marjojen puristusta vastustava voima (N) mansikan lannoituskokeessa 2002. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Näytepv	Marjojen kiinteys (N) eri käsittelyissä		
	-0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
27.6.2002	2,18a	1,94b	1,92b
3.7.2002	1,78a	1,79a	1,59b
10.7.2002	2,03a	1,96a	1,62b

Taulukko 21. Marjojen happamuus (pH) mansikan lannoituskokeessa 2002. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Näytepv	Marjojen happamuus (pH) eri käsittelyissä		
	-0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
27.6.2002	3,1a	3,2b	3,3c
3.7.2002	3,1a	3,2b	3,2b
10.7.2002	2,9a	3,1b	3,2b

## Suuremmalla lannoituksella voimakkaampi kasvu

Kasvinäytteiden tulokset kasvosittain on esitetty taulukoissa 22-27. Taimien kasvuunlähtö istutusvuonna 2001 oli erittäin voimakasta. Istutusvuonna ei eri lannoituskäsittelyjä vielä toteutettu, ja siksi kukintainduktion aikaan syyskuussa 2001 otetut kasvinäytteet kertovat ainoastaan tutkimuksen lähtötilanteesta.

Ensimmäisenä talvena, 2001-2002, taimet talvehtivat erinomaisesti. Kasvukauden alussa 2002 otetut näytteet osoittavat, että taimien juurakot olivat syksyllä 2001 kasvaneet hyvin. Tilastollisesti merkitseviä käsittelyjen välisiä eroja ilmeni juurten kasvussa, mutta kyseessä on ollut sattumanvarainen virhe, koska lannoituskäsittelyjen antaminen aloitettiin vasta näytteenottoajan kohdan jälkeen.

Kukinnan 2002 aikana otetuissa näytteissä ei tilastollisia eroja ilmennyt. Loppukasvukauden 2002 lehtien kasvu oli sitä voimakkaampaa, mitä enemmän lannoitettiin. Käsittelyjen väliset erot lehdyköiden ja lehtiruotien määrässä olivat satokauden alusta alkaen muuten tilastollisesti merkitseviä, mutta lehtiruotien osalta satokauden alussa vain lievästi merkitseviä.

Kukkavanojen määrässä kasvukaudella 2002 ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Rönsyjen kasvu vuonna 2002 oli sitä voimakkaampaa, mitä enemmän oli lannoitettu. Käsittelyjen väliset erot rönsyjen määrässä olivat tilastollisesti merkitseviä kukintainduktion aikana syyskuussa 2002 otetuissa näytteissä.

Tulokset juurakoiden koon osalta olivat alkukasvukaudesta 2002 tasaisia. Loppukasvukaudesta eroja kuitenkin alkoi muodostua ja kukintainduktion aikaan juurakko oli sitä suurempi, mitä enemmän oli lannoitettu. Erot olivat tilastollisesti lievästi merkitseviä. Myös juurten kasvu oli vuonna 2002 melko tasaista. Käsittelyjen välisiä lievästi merkitseviä eroja tosin ilmeni satokauden lopussa 2002, jolloin keskimmaisessa lannoituskäsittelyssä, -1,2 mS/cm, oli muita pienempi juuristo.

Vaikean talven 2002-2003 jäljiltä taimet olivat huonossa kunnossa. Kasvu-kauden 2003 alussa otetuissa näytteissä ei voitu huomioida lainkaan sitä, onko taimi elävä vai kuollut. Tuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Talvehtimiserot alkoivat näkyä tainten lähdettyä kasvuun. Kukinnan aikana otettujen näytteiden perusteella voimakkaimmin lannoitettu käsittely, 2,4 mS/cm, kasvoi muita heikommin. Käsittelyjen välisiä tilastollisesti merkitseviä eroja oli lehdyköiden, lehtiruotien sekä kukkavanojen massoissa. Silmämääräisten havaintojen perusteella taimet kukkivat sitä myöhemmin, mitä enemmän niitä oli lannoitettu.

Satokaudelle tullessa käsittelyjen väliset erot tasoittuivat ja loppukasvukaudesta käsittelyjen välisiä eroja ilmeni ainoastaan syyskuussa juurakoiden koossa eniten lannoitettujen taimien juurakoiden ollessa muita pienempiä. Ero oli tilastollisesti lievästi merkitsevä. Loppukasvukaudesta 2003 näytti myös siltä, että lannoituksen lisääminen lisää rönsyjen kasvua. Tulosta ei kuitenkaan pystytty vahvistamaan tilastollisesti.

Taulukko 22. Lehtiruotien massa mansikan lannoituskokeessa (g/taimi). Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Lehtiruotien massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	87	64	89
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-
2002 / Kukinta	46	82	61
2002 / Satokauden alku	56a	96b	98b
2002 / Satokauden loppu	60a	89b	102b
2002 / Induktio	74a	124b	159c
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-
2003 / Kukinta	36a	28a	11b
2003 / Satokauden alku	48	60	75
2003 / Satokauden loppu	44	88	84
2003 / Induktio	96	121	101

Taulukko 23. Lehdyköiden massa mansikan lannoituskokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Lehdyköiden massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	129	107	129
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-
2002 / Kukinta	52	79	62
2002 / Satokauden alku	69a	104b	120b
2002 / Satokauden loppu	78a	114b	124b
2002 / Induktio	115a	158b	198c
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-
2003 / Kukinta	47a	35a	15b
2003 / Satokauden alku	64	88	98
2003 / Satokauden loppu	73	122	112
2003 / Induktio	154	181	141

Taulukko 24. Kukkavanojen massa mansikan lannoituskokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Kukkavanojen massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	-	-	-
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-
2002 / Kukinta	64	98	85
2002 / Satokauden alku	34	50	30
2002 / Satokauden loppu	27	44	30
2002 / Induktio	-	-	-
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-
2003 / Kukinta	28a	19b	6c
2003 / Satokauden alku	29	25	22
2003 / Satokauden loppu	12a	23b	5c
2003 / Induktio	-	-	-

Taulukko 25. Rönsyjen massa mansikan lannoituskokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Rönsyjen massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	445	360	358
2002 / Kasvukauden alku	-	-	-
2002 / Kukinta	0	2	1
2002 / Satokauden alku	6	7	5
2002 / Satokauden loppu	5	19	21
2002 / Induktio	109a	189b	361c
2003 / Kasvukauden alku	-	-	-
2003 / Kukinta	5	2	1
2003 / Satokauden alku	15	11	15
2003 / Satokauden loppu	29	27	140
2003 / Induktio	79	180	302

Taulukko 26. Juurakon massa mansikan lannoituskokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivänä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Juurakon massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	14	12	14
2002 / Kasvukauden alku	31	32	33
2002 / Kukinta	34	41	37
2002 / Satokauden alku	38	38	39
2002 / Satokauden loppu	34	39	37
2002 / Induktio	48a	55ab	62b
2003 / Kasvukauden alku	49	74	66
2003 / Kukinta	62	50	46
2003 / Satokauden alku	70	74	47
2003 / Satokauden loppu	49	76	59
2003 / Induktio	89a	85a	46b

Taulukko 27. Juurten massa mansikan lannoituskokeessa. Käsittelyjen väliset tilastolliset erot on ilmoitettu lukujen perässä olevilla kirjaimilla. Samana näytepäivämääränä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät eroa toisistaan.

Vuosi/Näyte	Juurten massa (g/taimi) eri käsittelyissä		
	0,6 mS/cm	1,2 mS/cm	2,4 mS/cm
2001 / Induktio	18	19	16
2002 / Kasvukauden alku	26a	18b	25a
2002 / Kukinta	29	31	33
2002 / Satokauden alku	25	26	25
2002 / Satokauden loppu	32a	21b	29a
2002 / Induktio	36	34	39
2003 / Kasvukauden alku	42	46	44
2003 / Kukinta	53	70	29
2003 / Satokauden alku	47	54	29
2003 / Satokauden loppu	19	30	24
2003 / Induktio	63	58	42

## Lannoituksen lisääminen lisäsi talvivaurioita

Talvella 2001-2002 koko koealue talvehti erinomaisesti. Sen sijaan talvi 2002-2003 oli ankara ja lannoituksen lisääminen heikensi talvehtimistä. Talven jäljiltä käsittelyssä 2,4 mS/cm oli kuolleita taimia 32 %, käsittelyssä 1,2 mS/cm 7 % ja käsittelyssä 0,6 mS/cm ei lainkaan.

Tilastollisesti käsittelyjen väliset erot kuolleisuudessa olivat lievästi merkitseviä. Käsittelyt 0,6 mS/cm ja 1,2 mS/cm eivät eronneet toisistaan, mutta käsittely 2,4 mS/cm erosi näistä molemmista. Vähäisempiä talvivaurioita, jotka eivät johtaneet taimien kuolemaan, ei pystytty luotettavasti havainnoimaan, vaan ne näkyvät välillisesti taimien kasvu- ja satotuloksissa.

## Lannoita kohtuudella

Vuonna 2002 lannoituksen lisääminen lisäsi myös satoa. Vuonna 2003 laajojen talvivaurioiden vuoksi voimakkaimmin lannoitettu käsittely tuotti kuitenkin heikoimman sadon. Kolmen vuoden koejakson aikana kokonaisuutena parhaimman tuloksen tuotti käsittely 1,2 mS/cm. Hoppulan ym. (2001) sekä Salon ja Pulkkisen (2001) tuloksiin verrattaessa käsittelyn lannoitusmäärät vastasivat likimain Bounty-lajikkeeseen ravinnekulutusta vastaavilla satotasoilla. Kasvihuonemansikalle on aiemmin suositeltu lannoiteliuoksen johtokyvyksi 2,0 mS/cm (Verheul ja Grimstad 2002), joka on huomattavasti korkeampi kuin tässä tutkimuksessa parhaaksi havaittu vaihtoehto. Edellä mainitussa tutkimuksessa taimista otettiin kuitenkin vain yksi sato ja ne kasvoivat kasvihuoneessa, missä ne eivät altistuneet kylmyydelle. Tässäkin kokeessa terveellä, vaurioitumattomalla kasvustolla vuonna 2002 paras sato saavutettiin 2,4 mS/cm johtokyvyllä.

Käsittelyt olivat pellolla selvästi erinäköisiä. Käsittely 0,6 mS/cm oli epänormaalin vaaleanvihreä ja vastaavasti 2,4 mS/cm epänormaalin tummanvihreä. Ali- ja yلیلannoitus sekä lähinnä typen vaikutus olivat siis helposti havaittavissa ilman erikoisempia mittausmenetelmiä.

Lannoituksen lisääminen heikensi marjojen kiinteyttä, mutta toisaalta vahvisti marjojen happamuutta ja alkusadossa myös makeutta. Kuten kastelukokeessakin, ei myöskään tässä eroilla ole välttämättä suurta merkitystä. Happamuus- ja brix-mittauksissa havaitut erot olivat pieniä. Ainoastaan alkusadon brix-mittauksissa havaitut erot olivat niin suuria, että ne voisivat olla erotettavissa myös ihmisaistein. Marjojen pehmentymisen merkitystä on tässä vaikea arvioida, koska laboratorio-olosuhteissa tehty kiinteysmittaus ei anna täydellistä kuvaa marjojen kuljetuskestävyydestä. Myös tuloksena saatujen lukuarvojen siirtäminen käytäntöön on hankalaa.

Kokeen tulokset eivät muutenkaan yllättäneet. Yleisesti tiedetään, että lannoituksen lisääminen lisää tiettyyn rajaan saakka myös kasvua ja vastaavasti lannoituksen lisääntyessä kasvaa myös kasvien herkkyys ympäristötekijöiden aiheuttamille vaurioille.

Koetta lannoitettiin aiemmasta viljelykäytännöstä poiketen aina kasteltaessa. Tämä ei aiheuttanut ongelmia viljelyssä, vaikkakin lisäsi jonkin verran lannoitukseen kulunutta työmäärää. Satotasot tässä kokeessa olivat parempia kuin vieressä sijainneessa perinteisemmällä tavalla lannoitetussa kastelukokeessa. Tosin satotasoja ei voi luotettavasti verrata, koska kokeissa oli täysin erilaiset maalajit ja kastelukoe oli sijoitettu kausihuoneisiin. Maalajin tai kasvualustan ominaisuudet vaikuttavat oleellisesti siihen, miten kasvi pystyy hyödyntämään lannoitteena annetut ravinteet. Siksi tämä tutkimus ei kerro kastelulannoituksen mielekkyydestä tai kannattavuudesta.

# Vadelma menestyi huonosti

## Kastelu heikensi talvehtimistä

Vadelmakasvusto kärsi molempina koetalvina pahoja talvivaurioita. Perustamisvuonna 2001 kokeessa ei toteutettu lainkaan lannoituskäsittelyjä ja siksi keväällä 2002 tuloksia saatiin ainoastaan eri kastelukäsittelyistä. Vuonna 2002 koealueella toteutettiin myös lannoituskäsittelyt, ja keväällä 2003 tuloksia saatiin sekä lannoituksen että kastelun vaikutuksista talvehtimiseen.

4.6.2002 tehtyjen havaintojen perusteella kaksi eniten kasteltua kastelurajakäsittelyä, -150 hPa ja -300 hPa, olivat talvehtineet likimain yhtä hyvin ja vähiten kasteltu kastelurajakäsittely -600 hPa jonkin verran näitä paremmin (Taulukko 28). Käsittelyjen väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, vaikka ne olivatkin kentällä selvästi silmin nähtävissä.

Sama ilmiö toistui seuraavana vuonna 28.5.2003 tehdyissä havainnoissa. Jälleen kastelurajakäsittelyt -150 hPa ja -300 hPa olivat talvehtineet keskenään likimain yhtä hyvin, mutta selvästi huonommin kuin käsittely -600 hPa. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 28. Vadelman talvehtiminen 2001-2002 ja 2002-2003. Mittauksissa on käytetty asteikkoa 0 ... 3, missä 0 tarkoittaa täysin kuollutta ja 3 ilman vaurioita talvehtinutta. Tuloksena ilmoitettava luku kertoo kyseisen arvosanan saaneiden versojen prosentuaalisen osuuden kaikista versoista. Käsittelyjen väliset tilastollisesti merkitsevät erot on osoitettu luvun perässä olevilla kirjaimilla. Saman arvosanan sisällä saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät tilastollisesti poikkea toisistaan.

		Eri arvosanoja saaneiden versojen osuus (%) kaikista versoista		
Talvehtiminen 2001-2002		Kastelukäsittely		
Arvosana	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa
0	-	48,8a	49,2a	33,5a
1	-	3,8a	5,8a	3,9a
2		10,2a	6,5a	7,5a
3		37,2a	38,5a	55,0a
Talvehtiminen 2002-2003				
0	Rakeinen lannoitus	65,9a	74,0a	29,8b
	Kastelulannoitus	69,4a	61,7a	26,9b
1	Rakeinen lannoitus	16,8a	13,0a	9,3a
	Kastelulannoitus	14,3a	10,4a	14,6a
2	Rakeinen lannoitus	15,1a	12,9a	29,9bc
	Kastelulannoitus	12,7a	23,0ac	40,8b
3	Rakeinen lannoitus	2,2a	0,0a	30,9b
	Kastelulannoitus	3,7a	4,9a	17,7c

Kevään 2003 havaintojen perusteella voitiin arvioida myös vuoden 2002 lannoituskäsittelyjen vaikutuksia talvehtimiseen. Kastelurajakäsittelyissä -150 hPa ja -300 hPa eri lannoituskäsittelyt eivät eronneet toisistaan, mutta kastelurajakäsittelyssä -600 hPa rakeista lannoitusta saaneissa koeruuduissa oli enemmän täysin terveitä versoja kuin kastelulannoitusta saaneissa koeruuduissa. Ero oli tilastollisesti merkitsevä.

## **Kastele ja lannoita harkiten**

Sekä maatiloilla että aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että liiallinen kastelu tai lannoitus syksyllä heikentävät vadelman talvehtimistä. Nämä kiihdyttävät vegetatiivista kasvua ja sitä kautta heikentävät karaistumista talveen. Tässä tutkimuksessa kastelu heikensi talvehtimistä. Myös lannoituksen vaikutuksista saatiin näyttöä, joskaan tulokset eivät olleet yhtä selkeitä.

Vaikka tässä tutkimuksessa ei erikseen tutkittu kastelun ajoituksen vaikutuksia, on syytä olettaa, että nimenomaan kastelu liian myöhään syksyllä on heikentänyt talvehtimistä. Samaan tulokseen on päädytty myös Ruotsissa 1984 julkaistussa tutkimuksessa, jossa suositeltiin, että satokauden jälkeen vadelmaa ei enää kasteltaisi (Bjurman & Ingvarsson, 1984). Toisaalta Norjassa 1976 julkaistussa tutkimuksessa todettiin, että kuivuusjaksot elokuussa tai syyskuussa eivät vaikuttaneet talvehtimiseen (Kongsrud 1976).

Vesi on kuitenkin välttämätöntä vadelmallekin, ja kasveja on kasteltava, mikäli sateet jäävät vähäisiksi. Kokeen alkuperäinen tavoite, tensiometrin ja tihkukastelun käyttöön perustuvan kasteluohjeistuksen luominen vadelmalle, jäi tässä kokeessa saavuttamatta. Mikäli asiaa vielä tulevaisuudessa tutkitaan, olisi otettava huomioon kasvukauden eri vaiheiden erilaiset kastelutarpeet.

Tensiometri ei tässä tutkimuksessa soveltunut vadelman kastelutarpeen määrittäjäksi. Ongelmana oli juuriston voimakas hakeutuminen vettä kohti. Kokeen päätyttyä kesällä 2003 kaivettiin kaikista käsittelyistä esiin vadelman juuristoa. Tässä yhteydessä havaittiin, että käsittelyssä -150 hPa juuret olivat hakeutuneet hyvin lähelle tihkuletkua, yleensä muutaman senttimetrin etäisyydelle. Pahimmillaan kyseisessä käsittelyssä juuristo kiersi tihkuletkua köynnöksen tavoin. Käsittelyssä -300 hPa juuret olivat myös hakeutuneet tihkuletkun läheisyyteen, joskaan eivät niin voimakkaasti kuin käsittelyssä -150 hPa. Käsittelyssä -600 hPa juuristo oli normaalia sekä tasaisesti ja laajalle jakautunutta. Tensiometri sijaitsi noin 10 cm:n päässä tihkuletkusta.

Mitä enemmän kasveja oli kasteltu, sitä kauempana tensiometri sijaitsi juuristosta ja sitä tehokkaammin kasvi luultavasti käytti tihkuletkusta tulevan veden, ennen kuin tensiometri ehti reagoida siihen. Ilmeisesti tämän vuoksi käsittelyssä -150 hPa kastelumäärät olivat suurimpia, mutta tensiometriin mukaan maa oli keskimäärin kaikkein kuivinta.



Kasvukauden 2002 lannoituskäsittelyjen vaikutus näkyi selvästi ainoastaan vähiten vettä saaneessa kastelukäsittelyssä -600 hPa. Siinä kastelulannoitus aiheutti rakeista lannoitusta huonomman talvehtimisen. Erojen näkyminen ainoastaan kyseisen kastelukäsittelyn koeruuduissa selittyy kahdella asialla. Toisaalta kahdessa enemmän kastellussa kastelukäsittelyssä taimien talvehtiminen oli jo kastelun vuoksi niin heikkoa, että mahdolliset lannoituskäsittelyjen väliset erot eivät enää voineet tulla esille. Toisaalta näissä kahdessa kastelukäsittelyssä lannoitus myös lopetettiin huomattavasti aikaisemmin kuin -600 hPa:n kastelurajakäsittelyssä (Kuva 6). Tämä johtuu siitä, että lannoitusta ja kastelua suunniteltaessa kastelu asetettiin etusijalle ja lannoitusajankohdat määräytyivät maan kosteuden ja kasteluajankohtien perusteella. Käsittelyssä -600 hPa saatiin suunnitelman mukainen lannoitemäärä annettua vasta elokuussa, koska maa kuivui hitaasti.

Lannoituksen lisäksi on tuloksia arvioitaessa huomioitava myös se kasvualustan ravinnetaso, jonka päälle lannoitus tehdään. Tässä tapauksessa ennen kokeen perustamista tehdyn viljavuusanalyysin mukaan maa oli multavaa hietamoreenia, jossa happamuus ja pääravinteiden viljavuusluokat vaihtelivat välillä tyydyttävä-korkea. Samalla peltolohkolla aiemmin keräkaalilla ja sipulilla tehdyissä tutkimuksissa ei kastelulannoituksen ja rakeisen lannoituksen välillä ilmennyt eroja (Salo ym. 2002).

Lannoitusajankohdan lisäksi on huomioitava myös lannoitteen liukenemisnopeus. Rakeinen lannoitus saattaa kuivissa olosuhteissa liueta hitaammin ja siksi myöhään kasvukaudella kasvin käyttöön tulleet ravinteet saattavat kiihdyttää kasvua loppukesästä (Nestby & Kongsrud 1993).

## **Mustaherukka menestyi hyvin lannoituksesta tai kastelusta riippumatta**

Mustaherukka menestyi kokeessa hyvin. Merkittäviä maan kosteuden eroja ei eri käsittelyjen välille kuitenkaan onnistuttu luomaan, ja siksi tuloksissa ei käsittelyjen välillä ilmennyt juuri eroja. Kokeessa mitattiin sekä sadontuottoon että pensaiden kasvuun liittyviä ominaisuuksia.

## **Kastelulla ei ollut selvää vaikutusta sadontuottoon**

### *Sadon määrässä ja marjakoossa tasaiset tulokset*

Sadontuottoon liittyen mitattiin kokonaissatoa (g/pensas), marjakokoa (g/kpl), marjojen sokeripitoisuutta kuvaavaa liukoisten kuiva-aineiden pitoisuutta (ns. brix-luku) sekä kukintaa ja raakileiden varisemista. Pensaat tuottivat satoa vuosina 2002 ja 2003.

Vuonna 2002 sekä maan kosteuden kohentuminen että rakeisesta lannoituksesta kastelulannoitukseen siirtyminen vaikuttivat lisäävän hieman kokonaissatoa (Taulukko 29). Käsittelyjen väliset erot olivat kuitenkin pieniä ja tilastollisesti merkityksettömiä. Keskimääräinen satotaso kokeessa oli vuonna 2002 pensaiden ikään nähden hyvä, 519 g/taimi eli noin 3,0 tn/ha. Paras sato-taso, 604 g/taimi eli noin 3,4 tn/ha, saavutettiin yhdistelmällä kasteluraja -150 hPa / Kastelulannoitus.

Vuoden 2003 kokonaissadoissa ei eri kastelu- tai lannoituskäsittelyjen välillä ollut havaittavissa selkeitä eroja. Keskimääräinen satotaso oli hyvä, 1740 g/taimi eli noin 9,9 tn/ha. Paras sato, 2012 g/taimi eli noin 11,5 tn/ha, saavutettiin jälleen yhdistelmällä kasteluraja -150 hPa / Kastelulannoitus.

Kumpanakaan satovuonna, 2002 ja 2003, ei marjakoossa ollut eri käsittelyjen välisiä tilastollisesti merkitseviä eroja (Taulukko 30). Erityisesti vuonna 2003 tulokset olivat hyvin tasaisia. Molempina vuosina marjakoot olivat lajikkeeseen ja vuoteen nähden normaaleja.

Taulukko 29. Mustaherukan kokonaissato (g/taimi) vuosina 2002 ja 2003.

Vuosi	Lannoituskäsittely	Kokonaissato (g/taimi)			Keskiarvo
		Kastelukäsittely			
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	
2002	Rakeinen lannoitus	537	427	488	484
	Kastelulannoitus	604	563	495	554
	Keskiarvo	571	495	491	519
2003	Rakeinen lannoitus	1498	1871	1836	1735
	Kastelulannoitus	2012	1773	1452	1746
	Keskiarvo	1755	1822	1644	1740

Taulukko 30. Marjakoko (g/marja) 2002 ja 2003.

Vuosi	Lannoituskäsittely	Marjakoko (g/marja)			Keskiarvo
		Kastelukäsittely			
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	
2002	Rakeinen lannoitus	0,91	0,94	0,92	0,92
	Kastelulannoitus	1,00	1,02	0,84	0,95
	Keskiarvo	0,95	0,98	0,88	0,94
2003	Rakeinen lannoitus	0,75	0,83	0,84	0,81
	Kastelulannoitus	0,83	0,84	0,82	0,83
	Keskiarvo	0,79	0,83	0,83	0,82

### *Kastelulla ja kastelulannoituksella makeampia marjoja*

Marjojen sokeripitoisuutta kuvaavan liukoisten kuiva-aineiden pitoisuuden (ns. brix-luku) osalta tulokset olivat molempina satovuosina samankaltaisia. Sekä vuonna 2002 että 2003 marjojen brix-luku oli korkein käsittely-

yhdistelmässä -150 hPa / kastelulannoitus (Taulukko 31). Muiden käsittelyjen osalta tulokset olivat molempina vuosina melko tasaisia. Vuonna 2002 muiden käsittelyjen välillä ei ollut eroja, mutta vuonna 2003 käsittelyyhdistelmässä -300 hPa / kastelulannoitus marjojen brix-luku oli toiseksi korkein. Molempina vuosina kastelulannoitettujen koeruutujen marjoissa oli keskimäärin korkeampi brix-luku kuin rakeista lannoitusta saaneissa.

### *Kastelu ja lannoitus eivät vaikuttaneet kukintaan ja raakileiden varisemiseen*

Kukinta oli sekä vuosina 2002 että 2003 pensaiden ikään nähden runsasta (Taulukko 32). Tulokset olivat hajanaisia ja merkittäviä käsittelyjen välisiä tilastollisia eroja ei ollut havaittavissa.

Vuonna 2002 vain noin puolet kukista kehittyi marjoiksi ja vuonna 2003 noin kolme neljäsosaa (Taulukko 32). Tulokset olivat molempina vuosina hajanaisia, eikä merkittäviä käsittelyjen välisiä tilastollisia eroja ollut havaittavissa. Vuonna 2002 kastelulannoitus on tosin antanut järjestelmällisesti paremman tuloksen kuin rakeinen lannoitus. Molempina vuosina keskimäärin runsaimmin kukkinut kastelukäsittely -300 hPa on myös varistanut eniten raakileita.

## **Kastelu ja lannoitus vaikuttivat pensaiden kasvuun**

### *Oksien määrään ja pituuteen vain vähän vaikutusta*

Kokeessa mitattiin syyskuussa 2001, 2002 ja 2003 pensaissa olevien oksien lukumäärää sekä syyskuussa 2002 ja 2003 myös oksien kokonaispituutta. Tulokset on esitetty taulukossa 33.

Taulukko 31. Liukoisten kuiva-aineiden pitoisuus (brix-luku) vuosina 2002 ja 2003. Käsittelyjen väliset tilastollisesti merkitsevät erot on osoitettu luvun perässä olevilla kirjaimilla. Saman kirjaimen samana vuonna saaneet käsitteilyt eivät tilastollisesti poikkea toisistaan. Tilastollisesti on analysoitu erikseen kaikki käsitteilyt (pieni kirjain), lannoituskäsittelyt (normaali iso kirjain) sekä kastelukäsittelyt (kursivoitu iso kirjain).

Vuosi	Lannoituskäsittely	Brix-luku Kastelukäsittely			Keskiarvo
		-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	
2002	Rakeinen lannoitus	16.2a	15.9a	16.1a	16.0A
	Kastelulannoitus	16.7b	16.4ab	16.4a	16.5B
	Keskiarvo	16.4A	16.2A	16.2A	16.3
2003	Rakeinen lannoitus	14.8a	14.6a	15.0ac	14.8A
	Kastelulannoitus	15.8b	15.3c	14.6a	15.2B
	Keskiarvo	15.3A	14.9B	14.8B	15.0

Taulukko 32. Kukkien lukumäärä (kpl/taimi) 2002 ja 2003 sekä marjoiksi kehittyneiden kukkien prosentuaalinen osuus kaikista kukista.

		Kukkien lukumäärä (kpl/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2002	Rakeinen lannoitus	1134	1063	1107	1101
	Kastelulannoitus	1086	1234	968	1096
	Keskiarvo	1110	1148	1038	1099
2003	Rakeinen lannoitus	2718	3118	2687	2841
	Kastelulannoitus	3235	3196	2515	2982
	Keskiarvo	2977	3157	2601	2912
		Kukista marjoiksi (%)			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2003	Rakeinen lannoitus	51	42	48	47
	Kastelulannoitus	62	50	62	58
	Keskiarvo	56	46	55	52
2003	Rakeinen lannoitus	73	71	80	74
	Kastelulannoitus	75	67	71	71
	Keskiarvo	74	69	75	73

Taulukko 33. Oksien lukumäärä (kpl/taimi) 2001, 2002 ja 2003 sekä oksien kokonaispituus (cm/taimi) 2002 ja 2003. Vuonna 2002 ilmenneet tilastollisesti merkitsevät erot oksien kokonaispituudessa on osoitettu luvun perässä olevilla kirjaimilla. Saman kirjaimen saaneet käsittelyt eivät tilastollisesti poikkea toisistaan.

		Oksien lukumäärä (kpl/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2001	Rakeinen lannoitus	11	11	10	10
	Kastelulannoitus	12	11	10	11
	Keskiarvo	11	11	10	11
2002	Rakeinen lannoitus	38	51	39	43
	Kastelulannoitus	35	44	36	38
	Keskiarvo	36	47	37	40
2003	Rakeinen lannoitus	56	68	58	61
	Kastelulannoitus	67	53	56	59
	Keskiarvo	62	61	57	60
		Oksien kokonaispituus (cm/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2002	Rakeinen lannoitus	2543	3260	2433	2745
	Kastelulannoitus	2870	2860	2058	2596
	Keskiarvo	2706A	3060B	2245A	2670
2003	Rakeinen lannoitus	3660	4188	3651	3833
	Kastelulannoitus	4234	3778	3145	3719
	Keskiarvo	3947	3983	3398	3776

Istutusvuonna 2001 käsittelyjen välisiä eroja ei ollut. Vuonna 2002 käsittelyjen välillä ilmeni tilastollisesti merkitseviä eroja ainoastaan oksien kokonaispituudessa, kastelukäsittelyn -300 hPa kasvaessa muita enemmän. Vuonna

2003 käsittelyjen välisiä eroja ei ollut. Eri kastelu- ja lannoituskäsittelyjen yhdistelmistä parhaan kasvun kolmen vuoden koejakson aikana antoi kuitenkin -150 hPa / kastelulannoitus. Tämä tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

### *Kastelu ja lannoitus vaikuttivat lehtien, juurten ja varsien massa-*

Kokeesta nostettiin kasvinäytteinä 27.8.2002 ja 1.9.2003 maasta yksi kokonainen pensas kustakin ruudusta. Näistä pensaista havainnoitiin lehtien, varsien ja juurten kasvua punnitsemalla lehtien, varsien ja juurten kokonaismassat. Näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 34.

Taulukko 34. Kasvinäytteiden tulokset 27.8.2002 ja 1.9.2003. Tilastollisesti merkitsevät erot on osoitettu luvun perässä olevilla kirjaimilla. Saman kirjaimen samana vuonna saaneet käsittelyt eivät tilastollisesti poikkea toisistaan. Vuoden 2003 lehtien kokonaismassan tuloksissa isot kirjaimet kuvaavat lannoituskäsittelyjen välisiä eroja ja pienet kastelukäsittelyjen välisiä eroja.

		Lehtien kokonaismassa (g/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2002	Rakeinen lannoitus	654	1034	831	839
	Kastelulannoitus	796	987	929	904
	Keskiarvo	725a	1010b	880ab	872
2003	Rakeinen lannoitus	1277	1476	1476	1410A
	Kastelulannoitus	1096	1329	1438	1288B
	Keskiarvo	1186a	1403b	1457b	1349
		Varsien kokonaismassa (g/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2002	Rakeinen lannoitus	1512	2178	1746	1812
	Kastelulannoitus	1717	1986	1871	1858
	Keskiarvo	1614a	2082b	1809a	1835
2003	Rakeinen lannoitus	2816	3553	3293	3220
	Kastelulannoitus	2746	3353	3114	3071
	Keskiarvo	2780a	3453b	3203ab	3145
		Juurten kokonaismassa (g/taimi)			
		Kastelukäsittely			
Vuosi	Lannoituskäsittely	-150 hPa	-300 hPa	-600 hPa	Keskiarvo
2002	Rakeinen lannoitus	966	1232	1003	1067
	Kastelulannoitus	957	1195	1022	1058
	Keskiarvo	962a	1213b	1013a	1063
2003	Rakeinen lannoitus	1988	2040	1926	1984
	Kastelulannoitus	1585	1693	1909	1729
	Keskiarvo	1786	1867	1917	1857

Kasvinäytteiden tuloksissa ei ollut kertaakaan tilastollisesti merkitseviä eroja verrattaessa lannoitus/kastelu -yhdistelmiä toisiinsa. Sen sijaan lannoituskäsittelystä riippumattomia kastelukäsittelyjen välisiä eroja ilmeni runsaasti ja yhdessä tapauksessa ilmeni myös kastelukäsittelystä riippumattomia lannoi-

tuskäsittelyjen välisiä eroja. Taulukossa 34 ilmoitetut tilastolliset erot ovat kaikissa muissa tapauksissa merkitseviä, paitsi lievästi merkitseviä kastelun vaikutuksessa lehtien määrään 2003 ja lannoituksen vaikutuksessa juurten määrään 2003.

Parhaan kasvun on yleensä tuottanut kastelukäsittely -300 hPa ja huonoimman kastelukäsittely -150 hPa. Lannoituskäsittelyjen välillä ei selkeitä eroja juuri ilmennyt. Yleensä huonoimman kasvun on antanut käsittely-yhdistelmä -150 hPa/kastelulannoitus. Tämä ei ole kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää.

## **Riittävästi vettä ja tasaisesti ravinteita**

Mustaherukka vaikuttaisi hyötyvän sekä tasaisesta, korkeasta maan kosteudesta että kastelulannoituksesta. Tosin erot sekä maan kosteudessa että sadontuotossa jäivät vähäisiksi, eikä tilastollisesti merkitseviä eroja juuri löytynyt. Myös koejakson lyhyys, kolme vuotta, heikentää tulosten luotettavuutta. Mustaherukalla tyypillinen viljelyjakson pituus on nykyisin 10-15 vuotta.

Aiemmissa maan kosteuden vaikutusta sadontuottoon käsitelleissä tutkimuksissa kosteusvaihtelut ovat olleet huomattavasti suurempia kuin tässä tutkimuksessa. Kongsrud (1969) vertasi kuutta eri kastelurajaa väleillä -500 hPa ... -2500 hPa ja havaitsi kosteuden parantuessa myös satotasojen nousevan. Goode ja Hyrycz (1970) vertasivat kahta eri kastelurajaa, -270 hPa ja -670 hPa, ja havaitsivat myös satotasojen nousevan kosteuden parantuessa.

Niskasen ym. (1994b) kolmella eri paikkakunnalla tehdyissä kenttäkokeissa mustaherukan kastelun vaikutukset riippuivat koepaikan olosuhteista. Tutkimuksessa kastelun vaikutukset näkyivät lähinnä vegetatiivisessa kasvussa ja vaikutukset sadontuottoon olivat vähäisiä. Niskasen (1994) astiakokeessa herukoille annettiin kuivuuskäsittelyjä joko koko kasvukauden ajan tai kuu-kauden mittaisina jaksoina eri kasvukauden vaiheissa. Koko kasvukauden jatkunut kuivuus heikensi kasvua ja sadontuottoa, mutta lyhemmillä kuivuusjaksoilla ei ollut vaikutusta.

Sekä Niskasen (1994) että Niskasen ym. (1994b) tutkimuksissa maan kosteutta mitattiin kipsiblokeilla, jotka kertovat maassa olevan kasville käyttökelpoisen määrän prosentteina. Tuloksia ei pysty luotettavasti vertaamaan tensiometrimittauksiin perustuvien tulosten kanssa.

Tässä tutkimuksessa maan kosteuden vaihtelut mustaherukalla olivat näihin verrattuna vähäisiä eikä voimakkaita eroja eri käsittelyjen välille muodostunut. Kuivimmillaankin, vuonna 2002 kastelukäsittelyssä -600 hPa, päästiin juuristokerroksessa keskimääräiseen kosteuteen -280 hPa.

Aiemmissa mustaherukan lannoitusmenetelmiä käsitelleissä tutkimuksissa on havaittu mustaherukan hyötyvän joko kastelulannoituksesta, lannoituksen jakamisesta usealla jakokerralla tai lannoituksen hitaasta liukenevuudesta. Nes ym. (2002) sekä Kongsrud ja Nes (1998) ilmoittavat mustaherukan hyötyvän kastelulannoituksesta perinteiseen lannoitukseen verrattaessa. Niskanen ym. (1994a) saivat vähäistä hyötyä typpilannoituksen jakamisesta kahdelle jakokerralle kasvukauden aikana. Aflatuni ym. (2001) ovat puolestaan saaneet hidashiukoisella lannoitteella parempia tuloksia kuin nopealiukoisella. Tässäkin tutkimuksessa kastelulannoitus vaikutti paremmalta vaihtoehdolta, vaikka tätä ei pystytty todistamaan tilastollisin menetelmin.

Tässä tutkimuksessa parhaiten vaikutti menestyvän käsittely -150 hPa/Kastelulannoitus. Kolmen vuoden ajanjakson aikana tässä käsittelyssä oli pellolla tehtyjen mittausten perusteella paras vegetatiivinen kasvu, paras sadontuotto sekä korkein marjojen brix-luku. Myös marjakoon, kukinnan ja raakilevarisemisen osalta tämä käsittely menestyi keskimääräistä paremmin. Toisaalta kasvinäytteissä havaittiin, että tässä käsittelyssä pensaiden kasvu oli kaikin puolin vähäisintä. Nämä pensaasivat ovat siis kohdentaneet kasvunsa enemmän sadontuottoon kuin muut. Tässä virhettä voi aiheuttaa se, että sato ja pellolla tehdyt kasvumittaukset havainnoitiin samoista pensaista, mutta kasvinäytteisiin käytettiin eri pensaita.

Sekä Niskasen (1994) että tämän tutkimuksen tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että maan vesitilanteen ollessa hyvä kasvi pystyy käyttämään saatavilla olevat ravinteet paremmin hyväkseen. Toisaalta tässä tutkimuksessa -150 hPa:n kastelurajakäsittelyssä lannoitteiden kerta-annokset olivat pienempiä ja lannoituskertoja oli enemmän kuin muissa käsittelyissä. Myös tämä lienee syynä kasvien parempaan menestymiseen kastelulannoituskäsittelyssä. Tämä ajatus sopii hyvin yhteen Aflatunin ym. (2001) tulosten kanssa lannoitteen liukenemisnopeudesta. Molemmissa tapauksissa ravinteet tulevat kasvin käyttöön vähitellen eivätkä suurina kerta-annoksina.

Tämän sekä aiempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että optimaalinen juuristokerroksen maan kosteus tensiometrillä mitattuna on hietamailla -200 hPa tai kosteampi. Lannoitus kannattaa jakaa pieniin annoksiin useaan lannoituskertaan kasvukaudelle. Tämä on käytännöllisintä toteuttaa kastelulannoituksen avulla.

Suuret satomäärät edellyttävät myös suuria vesimääriä. 40-50 kastelukertaa kasvukauden aikana, kullakin kerralla neljästä viiteen litraa vettä tainta kohden, tarkoittaa vuosittain noin 200 litran kastelua tainta kohti (1100 m<sup>3</sup>/ha). Tutkimukselle sattui kuitenkin kaksi kuivaa kesää, 2002 ja 2003, ja normaalina tai sateisena kesänä kastelutarve olisi luultavasti tätä pienempi. Tuloksiin vaikuttaa myös koealueen maalaji, joka oli hietamoreeni. Muilla maalajeilla, esimerkiksi savimailla, maan vedenpidätyskyky sekä ilma- ja vesihuokosten

suhde poikkeavat selvästi tästä. Siksi samat kastelusuositukset eivät ole sovellettavissa muille maalajeille.

Tensiometrin soveltuvuudesta mustaherukan kastelutarpeen määrittämiseen ei tässä tutkimuksessa saatu täyttä varmuutta. Erityisesti vuonna 2003 tensiometrilukemien ja kastelumäärien välillä esiintyi ristiriitaisuuksia. Nämä saattoivat johtua toisaalta maan hyvästä kapillaarisuudesta tai toisaalta myös tensiometrin paikasta juuristoon nähden. Vuosina 2002 ja 2003 otettujen kasvinäytteiden yhteydessä havainnointiin silmämääräisesti juuriston suuntaa ja havaittiin, että juuristo oli kaikissa käsittelyissä laajalle levinnyttä ja juuristo pyrki pääosin pois päin tihkuletkusta.

## Yhteenveto

Tutkimuksen perusteella mansikka hyötyy tasaisesta ja runsaasta maan kosteudesta. Tosin tämä tulos perustuu vain yhden satovuoden tuloksiin. Tämän sekä aiempien tutkimusten perusteella hietamailla, joilla mansikkaa Suomessa yleisimmin viljellään, optimaalinen maan kosteus on -150 hPa tai kosteampi ja voimakkaat kosteuden vaihtelut heikentävät mansikan sadontuotto-kykyä. Kastelua tehostamalla saadaan makeampia, mutta pehmeämpiä marjoja.

Mansikalla sopivin lannoitevärekyvyys oli tutkimuksessa 1,2 mS/cm. Pienempi väkevyys, 0,6 mS/cm, antoi heikomman sadon ja suurempi väkevyys, 2,4 mS/cm aiheutti heikomman talvehtimisen. Myös lannoitteena annettujen ravinteiden määrien ja vedenkulutuksen suhde oli käsittelyssä 1,2 mS/cm lähimpänä aiempien tutkimusten perusteella arvioitua optimia. Lannoituskäytäntö, jossa lannoitetaan aina kasteltaessa, sopi mansikalle. Lannoituksen lisääminen teki marjoista pehmeämpiä, happamampia ja joissain tapauksissa myös makeampia.

Vadelmakoealue kärsi laajoista talvivaurioista molempina tutkimusjaksolle osuneina talvina. Huonokuntoisesta ja suurelta osin kuolleesta kasvustosta ei pystytty luotettavasti mittaamaan satoa tai kasvua ja siksi vadelman osalta tutkimuksessa havainnointiin ainoastaan talvehtiminen. Kastelun lisääminen heikensi vadelman talvehtimistä.

Mustaherukalla riittävän voimakasta maan kosteuden vaihtelua ei onnistuttu luomaan ja käsittelyjen väliset erot jäivät vähäisiksi. Tämän sekä aiempien tutkimusten perusteella optimaalinen maan kosteus on hietamailla -200 hPa tai kosteampi. Lannoitus kannattanee jakaa pieniin kerta-annoksiin useaan lannoituskertaan kasvukaudelle jaettuna. Tämä on käytännöllisintä toteuttaa kastelulannoituksen avulla.



Tensiometri sopii hyvin kastelutarpeen määrittäjäksi mansikalle ja mahdollisesti myös mustaherukalle. Sen sijaan vadelman kastelutarpeen määrittäjäksi tensiometri ei ainakaan tässä tutkimuksessa käytetyin menetelmin sovi.

## Kirjallisuus

- Aflatuni, A., Prokkola, S. & Luoma, S. 2001. Mustaherukan lannoitus ja alaleikkaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A 99. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 44 s.
- Bjurman, B. & Ingvarsson, A. 1984. Bevattningsförsök i hallon. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för trädgårdsvetenskap, rapport 31. Alnarp, Sverige: Sveriges Lantbruksuniversitet. 28 s.
- Clark, G.A., Albregts, E.E., Stanley, C.D., Smajstrla, A.G. & Zazueta, F.S. 1996. Water requirements and crop coefficients of drip-irrigated strawberry plants. Transactions of the ASAE 39(3): 905-913.
- Evenhuis, A. & Alblas, J. 2002. Irrigation of strawberries by the use of decision support systems. Acta Horticulturae 567: 475-478.
- Goode, J.E. & Hyrycz, K.J. 1970. The response of black currants to different soil moisture conditions and two levels of nitrogenous fertilizer. Journal of Horticultural Science 45: 379-391.
- Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2001. Mansikan typen otto ja jakautuminen kasvissa. Teoksessa: Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (Toim.). Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A 91. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 19-26.
- Kinnanen, H. & Säkö, J. 1979. Irrigation requirements of the strawberry. Annales Agriculturae Fenniae 18:160-167.
- Kongsrud, K.L. 1969. Effects of soil moisture tension on growth and yield in black currants and apples. Acta agriculturae scandinavica 19: 245-257.
- Kongsrud, K.L. 1976. Tørkevirkninger på bringebær til ulike tider av vekstsesongen. Forskning og forsøk i landbruket 27(1): 73-83.
- Kongsrud, K.L. & Nes, A. 1998. Effects of fertigation of the black currant cultivar 'Ben Tron' (*Ribes nigrum* L.). Acta Horticulturae 505: 409-413.
- Krüger, E., Schmidt, G. & Rasim, S. 2002. Effect of irrigation on yield, fruit size and firmness of strawberry cv. Elsanta. Acta Horticulturae 567: 471-474.

- Nes, A., Skaug, J. & Hageberg, B. 2002. Fertilization strategies in the black-currant cultivar 'Ben Tron' (*Ribes nigrum* L.). *Acta Horticulturae* 585: 639-643.
- Nestby, R. & Kongsrud, K.L. 1993. Effect of broadcasted and fertigated N and raised beds on yield and freeze injury of the red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Norwegian Journal of Agricultural Science* 7: 249-259.
- Niskanen, R. 1994. Kuivuuskäsittelyjen vaikutus musta- ja valkoherukoiden kasvuun astiakokeissa. Helsingin yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos. Puutarhatieteen julkaisuja 25. Helsinki: Helsingin Yliopisto. 93 s.
- Niskanen, R., Matala, V. & Voipio, I. 1994a. Typpilannoituksen ja sen ajoituksen vaikutus satoa tuottavilla herukkaviljelmillä Kenttäkoe sopimusviljelmillä 1991-1992. Helsingin yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos. Puutarhatieteen julkaisuja 24. Helsinki: Helsingin Yliopisto. 81 s.
- Niskanen, R., Palonen, P., Matala, V. & Voipio, I. 1994b. Kastelun ja lannoitustavan vaikutus nuoren herukkakasvuston ravinnetalouteen, versoston kasvuun ja satoon Kenttäkoe musta-, puna- ja valkoherukoilla 1990-1993. Helsingin yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos. Puutarhatieteen julkaisuja 26. Helsinki: Helsingin Yliopisto. 137 s. + liitteet 85 s.
- Salo, T. & Pulkkinen, J. 2001. Mansikan fosforin ja kaliumin otto. Teoksessa: Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (Toim.). Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A 91. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 27-32.
- Salo, T., Suojala, T. & Kallela, M. 2002. The effect of fertigation on yield and nutrient uptake of cabbage, carrot and onion. *Acta Horticulturae* 571: 235-241.
- Tahvonen, R., Hoppula, K., Ylämäki, A. & Pulkkinen, J. 2001. Mansikan tarkennettu lannoitus ja kastelu. Teoksessa: Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (Toim.). Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja Sarja A 91. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 7-13.
- Verheul, M. & Grimstad, S.O. 2002. Winter production of strawberries in Norway. *Acta Horticulturae* 567: 577-579.

# Tihkukastelun vaikutus mansikan, herukan ja avomaankurkun viljelyn talouteen

Pia Outa, Timo Karhula ja Kalle Kankaanhuhta

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, [pia.outa@mtt.fi](mailto:pia.outa@mtt.fi), [timo.karhula@mtt.fi](mailto:timo.karhula@mtt.fi)

## Tiivistelmä

Kastelunhallinta on yksi osa puutarhakasvien laatutuotantoa, jossa pyritään riittävän suureen ja laadukkaaseen satoon ja siten mahdollisimman hyvään taloudelliseen tulokseen. Satopotentiaalin mahdollisimman tehokas hyödyntäminen luo edellytykset taloudellisesti kilpailukykyiselle tuotannolle.

Avomaan puutarhakasveilla tihkukastelu voi nostaa satotasoja merkittävästi perinteiseen kastelutapaan verrattuna, jolloin tuotantokustannukset laskevat tuotettua satokiloa kohden. Mansikalla tuotantokustannukset laskevat 25 – 30 % ja herukalla 30 – 35 %, kun oletetaan kastelutavan muuttuvan tihkukasteluksi ja satotason nousevan.

Mansikan- ja avomaankurkuntuotannossa tihkukastelulla voidaan päästä kannattavaan tuotantoon, sillä asetetut tavoitteet yrittäjäperheen palkkavaatimukseen ja pääoman koron suhteen saavutetaan tai jopa ylitetään. Tihkukasteluun perustuva herukantuotanto on kannattavaa pinta-alaltaan suuremmissa yrityksissä. Pienemmissäkin yrityksissä saadaan korvausta yrittäjäperheen työlle ja pääomalle, mutta niiden tasosta joudutaan tinkimään.

Tihkukastelun avulla voidaan tuottaa laadukas suuri sato, mutta samalla tihkukasteluun kohdistuu suuremmat taloudelliset riskit kuin tavanomaiseen kastelutapaan. Jos esimerkiksi satotaso jää alhaiseksi, tuotemarkkinat eivät toimi tai tuottajahinta jää matalaksi, voi tihkukastellusta tuotannosta syntyä suuremmat tappiot kuin tavanomaisesta tuotannosta. Toisaalta tihkukastelussa eri kasvutekijöitä voidaan kontrolloida tarkasti, jolloin suuren ja laadukkaan sadon saaminen on todennäköisempää kuin perinteisessä tuotannossa.

---

*Avainsanat: mansikat, herukat, avomaankurkku, kastelu, tihkukastelu, talous, tuotantokustannukset, kannattavuus*

---

## Johdanto

Kastelunhallinta on oleellinen osa puutarhakasvien laatutuotantoa, jossa pyritään riittävän suureen ja laadukkaaseen satoon ja siten hyvään taloudelliseen tulokseen. Avomaalla viljeltävien puutarhakasvien sadot vaihtelevat kuitenkin huomattavasti vuosittain ja oloissamme saavutettavissa olevan satopotentiaalin ja toteutuneen sadon välillä on usein suuri ero. Satopotentiaalin mahdollisimman tehokas hyödyntäminen on edellytys taloudellisesti kilpailukykyiselle tuotannolle.

Kasveille veden riittävä saatavuus on yksi tärkeimmistä perustekijöistä pyritäessä lähelle maksimaalista satopotentiaalia. Kastelun oikea ajoittaminen, määrä ja tekniikanhallinta ovat taloudellisten tekijöiden ohella tärkeitä seikkoja pyritäessä korkeisiin satoihin. Tihkukastelulla on mahdollista korottaa satotasoa merkittävästi, joskin siitä aiheutuu myös lisäkustannuksia verrattuna perinteiseen viljelyyn.

Tihkukastelua käytetään ja sitä on tutkittu erityisesti Välimeren maissa ja Yhdysvalloissa. Tihkukastelumenetelmä on kehitetty alun perin kuumien ja kuivien alueiden kasvien vedensaantia palvelemaan, mutta tihkukastelua voidaan käyttää myös Suomen pohjoisissa luonnonolosuhteissa. Suomessa tihkukastelu on melko uusi tuotantotapa, joten sen käyttöönotto on synnyttänyt kysymyksiä mm. menetelmän taloudellisuudesta Suomen luonnonolosuhteissa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää avomaan puutarhakasvien osalta:

1. Tihkukastelusta ja perinteisestä tuotantotavasta aiheutuvia tuottoja ja kustannuksia ja taloudellisen tuloksen muodostumista
2. Tihkukastelun taloudellisuutta perinteiseen tuotantotapaan verrattuna.

## Tutkimusaineisto ja -menetelmä

### Aineisto

Tutkimuksen aineiston hankintamenetelmäksi valittiin haastattelu, koska tihkukastelua koskevaa aineistoa ei ollut muuten saatavissa. Tutkimuksessa haastateltiin vuosittain kolmea mansikantuottajaa, kahta avomaankurkuntuottajaa ja yhtä herukantuottajaa. Haastatteluilla kerättiin kastelujärjestelmän perustamista koskevat työnkäyttö- ja kustannustietoja sekä selvitykset työmenekkiin vaikuttavista seikoista yrityskohtaisesti. Kastelun työmenekkiä seurattiin keräämällä työnkäyttötiedot yrityksiltä vuosittain, ensimmäisen

kerran keväällä 2001 ja viimeisen kerran syksyllä 2003. Työtietoja kerättiin tihkukastelun osalta ja erikseen muista töistä tihkukastelualalta, jolloin saatiin tietoa mm. siitä, mitä töitä ja kuinka paljon niitä on suoritettu palkkatyönä. Yrityksistä kerättiin myös tietoja tihkukasteluun soveltuvien laitteistojen hankintakustannuksista ja panosten käyttömääristä.

Haastatelluissa mansikantuotantoyrityksissä keskimääräinen tihkukastelupinta-ala oli 1,6 ha. Herukkayrityksessä noin 15 ha oli tihkukastelussa, josta satoikäistä herukkaa oli 5 ha. Avomaankurkkuyrityksillä tihkukastelussa oli keskimäärin 7,5 ha. Yrityksistä mansikka- ja avomaankurkkutiloilla oli myös pintakastelujärjestelmä hallasadetusta varten.

Haastattelujen tiedot tallennettiin MTT taloustutkimuksen puutarhataloutta käsittelevien tilamallien aineistoon. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin jo olemassa olevaa ja haastatteluun saatua uutta aineistoa, jotta tutkimukselle asetettuihin tavoitteisiin kyettiin vastaamaan.

## **Menetelmä**

### **Tilamallit**

Tämä tutkimus perustuu tilamallilaskelmiin. Mallintamista käytetään hyväksi silloin, kun yritystasolta tai eri tilastoista ei saada riittävästi asiaa koskevia tietoja. Staattisten tilamallien etuna voidaan pitää sitä, että mallien avulla voidaan tarkastella yksittäisten tuotto- tai kustannuserien, hintojen tai työpanoksen muutoksia ilman, että muut tekijät muuttuvat.

MTT taloustutkimuksessa puutarhatalouden tilamallit perustuvat Lassheikin (1994) vuosina 1993-1994 laatimiin puutarhayrityksiä koskeviin tuotantokustannuslaskelmiin, joita on myöhemmin päivitetty (mm. Outa 2000). Tilamallien laatimisen lähtökohtana on ollut puutarhayrityksien tuotantokustannuksien rakenteen ja kehityksen seuranta.

Tilamallit perustuvat normilukuihin ja eri lähteistä saatuihin tietoihin sekä taustaoletuksiin. Tilamalleissa tehdään oletuksia mm. tuotanto-olosuhteista, yrityskoosta, tuotantoteknologiasta ja tuotantopanosten käytöstä, joten ne eivät vastaa kaikilta osin käytännössä toimivien puutarhayrityksien reaali- ja rahaprosessia. Tilamalleissa yrityksen tuotanto on erikoistunut tutkittavaan kasviin, jotta tuotot ja kustannukset kohdistuvat mahdollisimman hyvin tuotettavaan tuotteeseen.

Tutkimusmenetelmän luotettavuuteen vaikuttaa tilamalleissa käytettyjen tietojen luotettavuus. Tilamalleissa ei voida huomioida mm. tuotantoon, markkinoihin tai ulkopuoliseen rahoitukseen liittyviä riskitekijöitä. Malleissa oletetaan, että yrityksen koko tuotanto saadaan myytyä tiettyyn painotettuun

keskihintaan ja viljelyn perusasioiden oletetaan olevan kunnossa. Tilamallilaskelmat ovat siten herkkiä niissä käytettyjen oletusten suhteen.

Tässä tutkimuksessa laadittiin tuotantotavoittain tilamallit monivuotiselle mansikalle ja herukalle sekä yksivuotiselle avomaankurkulle. Mansikalla ja herukalla hyödynnettiin MTT taloustutkimuksessa aikaisemmin laadittuja tilamalleja, joita kehitettiin edelleen tämän tutkimuksen tavoitteisiin vastaamiseksi. Avomaankurkulle laadittiin kokonaan uusi tilamallilaskelma, koska sitä ei ollut aikaisemmin tehty.

Tilamalleilla laadittiin oikaistu tuloslaskelma tuotantotavoittain ja kasveittain. Oikaistu tuloslaskelma on ”yksinkertaistettu versio” varsinaisesta tuloslaskelmasta. Oikaistussa tuloslaskelmassa vähennetään aluksi liikevaihdosta tuottojen aikaansaamiseksi tarvittavat muuttuvat ja kiinteät kustannukset. Muuttuvat kustannukset sisältävät tarvike- ja yleiskulut. Kiinteät kustannukset sisältävät palkka-, kunnossapito- ja vakuutuslukulut. Puutarhataloudessa palkkatyövoiman käyttö on toistuvaa ja usein myös välttämätöntä, joten tässä tutkimuksessa palkkakulut luettiin kuuluviksi kiinteisiin kustannuksiin. Muuttuvien ja kiinteiden kustannusten vähennyksen jälkeen liikevaihdosta saadaan *käyttökate*. Kun käyttökatteesta vähennetään edelleen poistot, saadaan *liiketulos*. Vähentämällä yrittäjäperheen palkkavaatimus liiketuloksesta, saadaan *nettotulos* ja edelleen nettotuloksesta vähentämällä korot saadaan *yrittäjänvoitto* (Taulukko 1, Liite 1). Kun yrittäjänvoitto saa arvon nolla, saavutetaan asetetut taloudelliset tavoitteet yrittäjäperheen palkkavaatimuksen ja pääoman koron suhteen, mutta niitä ei vielä tällöin ylitetä. Tässä tutkimuksessa yrittäjäperheen palkkavaatimuksena käytettiin 8,45 €/h ja pääoman korkovaatimuksena 5 %. Käyttökate ja liiketulos sisältävät yrittäjäperheen palkkavaatimuksen ja korkoihin sisältyy sekä oman pääoman korkovaatimus että liikepääoman korko. Nettotulos ei tässä tutkimuksessa kuvaa kannattavuutta, koska tilamallien välillä yrittäjäperheen työpanoksen määrä ja pääoman määrä ei ole vakio.

Taulukko 1. Oikaistun tuloslaskelman operationalisointi.

---

## OIKAISTU TULOSLASKELMA

---

Myyntituotot

+ Tuet

### Liikevaihto

- Muuttuvat kustannukset

- Kiinteät kustannukset

### Käyttökate

- Poistot

### Liiketulos

- Yrittäjäperheen palkkavaatimus

### Nettotulos

- Pääoman korkovaatimus

### Yrittäjänvoitto

---

## Tilamallilaskelmien perusteet

Mansikalle muodostettiin kaksi perusmallia, ”*Mansikkamalli A*” (MA) ja ”*Mansikkamalli B*” (MB), joista A-malli kuvaa pienempää mansikkatilaa ja B-malli suurempaa. Molemmista perusmalleista laadittiin sekä perinteistä (P) että tihkukastelu (T) tuotantotapaa koskevat mallit, jolloin mallien kokonaismäärä on yhteensä neljä (MAP, MAT, MBP ja MBT). Mansikan tilamalleista tihkukastelua kuvaavat ”*Tihkumallit*” MAT ja MBT sekä perinteistä tuotantotapaa ”*Perinteisen tuotannon mallit*” MAP ja MBP (Taulukko 2).

Herukalle laadittiin ”*Herukkamalli A*” (HA) ja ”*Herukkamalli B*” (HB), joista A-malli kuvaa pienempää herukkatilaa ja B-malli suurempaa. Molemmista malleista laadittiin sekä perinteistä (P) että tihkukastelu (T) tuotantotapaa koskevat mallit, jolloin mallien kokonaismäärä on yhteensä neljä (HAP, HAT, HBP ja HBT). ”*Tihkumallit*” HAT ja HBT ja ”*Perinteisen tuotannon mallit*” HAP ja HBP muodostavat parit, joiden tuloksia verrataan keskenään tihkukastelun ja perinteisen tuotannon taloudellisten erojen selvittämiseksi.

Taulukko 2. Tilamallien lyhenteet kasveittain ja tuotantotavoittain sekä tilamallien viljelyalat (ha).

	MANSIK- KAMALLI A	MANSIK- KAMALLI B	HERUK- KAMALLI A	HERUK- KAMALLI B	AVO- MAAN- KURK- KUMALLI A	AVO- MAAN- KURK- KUMALLI B
<b>Mallin lyhenne</b>	MAP ja MAT	MBP ja MBT	HAP ja HAT	HBP ja HBT	AAT	ABT
<b>Viljelyala, ha</b>						
Satoikäinen kasvusto	3,00	8,00	3,00	8,00	5,00	10,00
Ei satoikäinen kasvusto	0,75	2,00	0,75	2,00		
Kaura	5,31	8,50	5,31	8,50	13,00	17,00
Kaksivuotinen kesanto	0,94	1,50	0,94	1,50	2,00	3,00
<i><b>Yhteensä</b></i>	<i><b>10,0</b></i>	<i><b>20,0</b></i>	<i><b>10,0</b></i>	<i><b>20,0</b></i>	<i><b>20,0</b></i>	<i><b>30,0</b></i>

Avomaankurkusta muodostettiin ”Avomaankurkkumalli A” (AA) ja ”Avomaankurkkumalli B” (AB), joista laaditaan vain tihkukastelua (T) koskevat ”Tihkumallit” AAT ja ABT. Avomaankurkunkin osalta pienempää tilaa kuvaa A-malli ja suurempaa B-malli.

### **Pellonkäyttö**

Mansikkamallissa A mansikan viljelypinta-ala on 3,75 ha ja mansikkamallissa B 10 ha, josta satoikäistä mansikkaa on 3 ha mallissa A ja 8 ha mallissa B. Mansikkamalleissa kokonaispinta-ala on joko 10 ha tai 20 ha. Herukkamallissa A peltoa on yhteensä 10 ha ja herukkaa tästä alasta 3,75 ha, josta satoikäistä herukkaa on 3 ha. Herukkamallissa B peltoa on yhteensä 20 ha, josta herukalla on 10 ha ja tästä alasta satoikäistä herukkaa 8 ha. Avomaankurkkumallissa A peltoa on yhteensä 20 ha, kurkkua tästä alasta on 5 ha. Avomaankurkkumallissa B peltoa on yhteensä 30 ha, josta kurkulla on 10 ha. Tilamalleissa oletetaan lopulla peltoalalla viljeltävän kauraa tai se on kesantona.



## *Sato*

Tilamalleissa oletetaan myyntikelpoisen sadon olevan yhtä suuri kuin pellolta kerättävä sato. Toisena oletuksena on, että mansikka- ja herukkasato myydään tukkuun ja avomaankurkkusato jalostavalle teollisuudelle. Mansikalla ja avomaankurkulla sato poimitaan palkkatyönä käsin, mutta herukalla sadonkorjuu toteutetaan koneellisesti vuokratyönä.

Perinteisen tuotantotavan mansikkamalleissa satotaso-oletuksena on 5 t/ha ja tiikumalleissa 10 t/ha. Herukan perinteisen tuotantotavan malleissa satotaso-oletuksena on 4 t/ha ja tiikumalleissa 8 t/ha. Avomaankurkkumalleissa satotasona käytetään 65 t/ha.

Satotaso-oletukset ovat osin kompromissejä, jotka perustuvat sekä puutarhayrittäjiltä saatuihin tietoihin että MTT puutarhatuotannon suorittamiin viljelykokeisiin. Kurkulla ja herukalla satotasot on helpompi määrittää kuin mansikalla, jolla vuosittaiset satovaihtelut voivat olla huomattavia. Satovaihtelujen vuoksi tutkimuksessa arvioidaan tuotantokustannuksien ja kannattavuuden kehittymistä myös satomäärän muuttuessa.

## *Taimet ja siemenet*

Mansikan taimimenekki on perinteisen tuotantotavan malleissa 28 000 kpl/ha ja tiikumalleissa 40 000 kpl/ha. Kolmasosa taimista ostetaan tervetaimina, ja loput taimista lisätään itse rönsyistä. Herukkamalleissa taimimäärä on 4 100 kpl/ha ja avomaankurkkumalleissa taimimäärä on 27 000 kpl/ha tuotantotavasta riippumatta.

Mansikalla oletetaan olevan neljä satokautta ja herukalla kahdeksan. Avomaankurkku on yksivuotinen kasvi. Mansikalla oletetaan olevan ns. odotusvuosia yksi ja herukalla kaksi, ennen kuin kasvit tuottavat satoa.

## *Työmenekki*

Yrittäjäperheen tekemä työpanos pysyy melko samansuuruisena vertailtavien tilamallien välillä. Mansikalla ja avomaankurkulla palkkatyön määrä lisääntyy suhteessa satotason ja/tai pinta-alan kasvamisen kanssa, koska poimintatyö on oletettu tehtäväksi palkkatyönä. Herukkamalleissa herukankorjuu oletetaan suoritettavan koneellisesti vuokratyönä, jolloin palkkatyön määrä ei juurikaan kasva (Taulukko 3). Herukkamallien työ- ja panoskäyttötiedot perustuvat osin yhden yrityksen antamiin tietoihin, joten niihin voi sisältyä epävarmuutta ja epätarkkuutta.

Taulukko 3. Tilamallien työmenekki (h/tilamalli).

h/tilamalli	Mansikka				Herukka				Avomaankurkku	
	MAP	MAT	MBP	MBT	HAP	HAT	HBP	HBT	AAT	ABT
Yrittäjäperheen työ	998	1024	1973	1981	540	601	1032	1242	1956	1965
Palkkatyö	1500	3000	4000	8000	173	190	458	503	2794	6733
<i>Yhteensä</i>	<i>2498</i>	<i>4024</i>	<i>5973</i>	<i>9981</i>	<i>713</i>	<i>791</i>	<i>1490</i>	<i>1745</i>	<i>4750</i>	<i>8698</i>

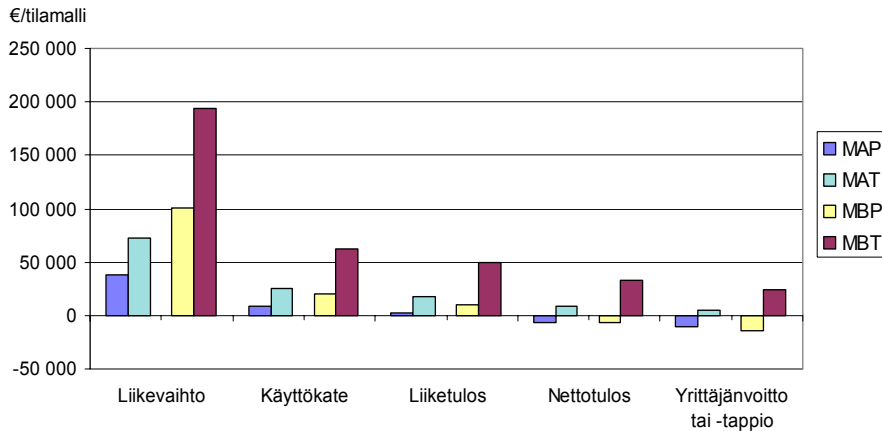
## Tulokset

### Tuotantokustannuksien muodostuminen

#### Mansikka

Mansikan tihkumalleissa liikevaihto muodostuu korkeammaksi kuin perinteisen tuotantotavan tilamalleissa. Liikevaihto kasvaa tuotantotapojen välillä 50 %, mikä selittyy satotason kasvamiseen liittyvällä samansuuruisella olettamuksella. Euromääräisesti korkein liikevaihto on suuremmassa tihkumallissa, noin 193 000 €. Alhaisin liikevaihto on perinteisen tuotantotavan pienemässä tilamallissa, noin 38 000 € (Kuva 1).

Mansikan tilamalleissa käyttökate vaihtelee 8 600 – 62 000 €:n välillä. Pienin käyttökate on perinteisen tuotantotavan malleissa, 8 600 – 20 400 €, joissa käyttökateella ei kyetä kattamaan yrittäjäperheen palkkavaatimusta eikä korkoja. Korkeimmat arvot käyttökate saa tihkumalleissa, joissa se vaihtelee 25 400 – 62 200 €:n välillä. Myös liiketulos on korkein tihkumalleissa ja matalin perinteisen tuotannon malleissa. Liiketulos on korkein suuremmassa tihkumallissa, noin 50 000 €, ja alhaisin pienemmässä perinteisen tuotantotavan mallissa, noin 2 300 € (Kuva 1).

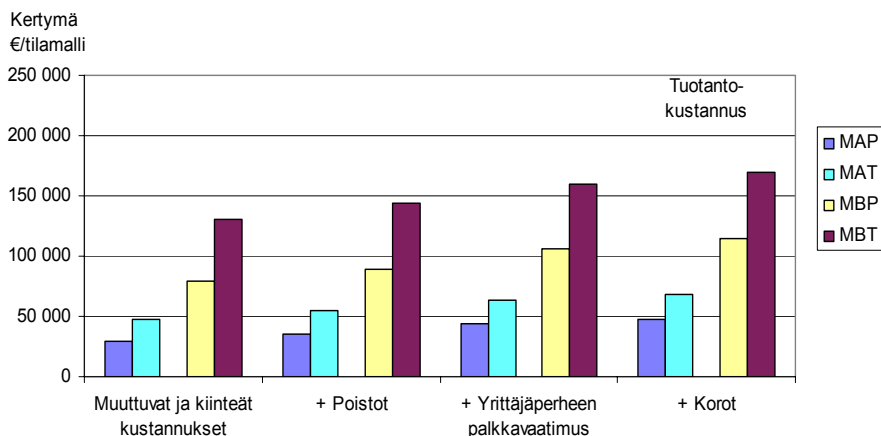


Kuva 1. Taloudellisen tuloksen muodostuminen mansikkamalleissa. Lyhenneet taulukossa 2.

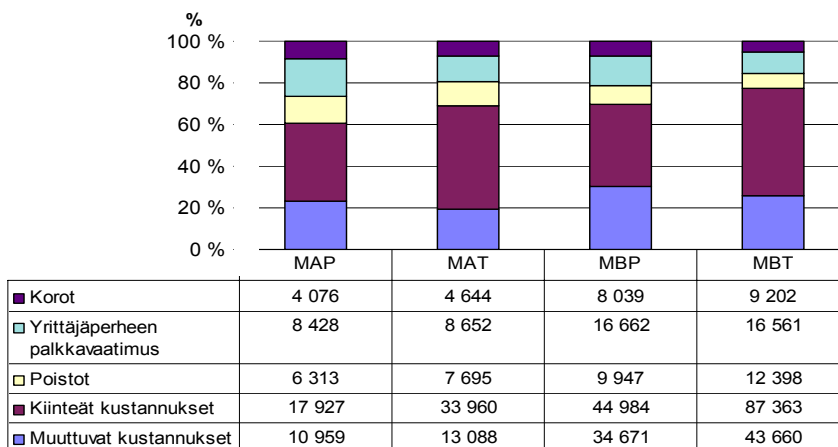
Tuotantotapojen välinen nettotulos eroaa selvästi toisistaan, koska perinteisen tuotantotavan malleissa nettotulos on negatiivinen ja tihkumalleissa positiivinen. Kuvasta 1 nähdään, että nettotulos on 6 100 – 6 200 € negatiivinen perinteisen tuotantotavan malleissa ja tihkumalleissa se on 9 100 – 33 300 € positiivinen. Positiivinen nettotulos merkitsee sitä, että pääomalle saadaan korkoa. Negatiivisen nettotuloksen tuottamissa malleissa pääoman korkotoiveista joudutaan tinkimään.

Yrittäjänvoitto-tunnusluku käyttäytyy tuotantotapojen välillä samansuuntaisesti kuin nettotuloskin. Perinteisen tuotannon malleissa syntyy yrittäjätappiota ja tihkumalleissa yrittäjänvoittoa. Yrittäjätappio vaihtelee 10 200 – 14 300 €:n välillä ja yrittäjänvoitto 4 400 – 24 100 €:n välillä (Kuva 1). Yrittäjätappio merkitsee sitä, että taloudellisia tavoitteita yrittäjäperheen palkkavaatimuksen ja pääoman korkovaatimuksen suhteen ei saavuteta kokonaisuudessaan. Perinteisessä tuotannossa yrittäjälle jää kuitenkin noin 6 €:n tuntipalkka ja 3 %:n korvaus pääomalle, kun tavoitteena on 8,45 €:n tuntipalkka ja 5 %:n korko pääomalle. Kun yrittäjänvoittoa syntyy, merkitsee se taloudellisissa tavoitteissa onnistumista. Mansikan tihkumalleissa taloudelliset tavoitteet ylitetään, jolloin yrittäjäperheen palkaksi muodostuu keskimäärin 14 €/h ja pääoman koroksi 8 %.

Mansikalla tihkukastelu nostaa tuotantokustannuksia perinteiseen tuotantotapaan verrattuna noin 30 %. Tuotantokustannukset ovat perinteisen tuotantotavan tilamalleissa 48 000 – 114 000 € ja tihkumalleissa 68 000 – 169 000 € (Kuva 2). Tuotantotavoittain tarkasteltuna tuotantokustannukset ovat korkeimmat suuremmissa tilamalleissa.



Kuva 2. Kustannusten kertyminen mansikkamalleissa (€/tilamalli). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 3. Perinteisesti tuotetun ja tiheäkastellun mansikan tuotantokustannus (€/tilamalli) ja sen jakauma (%) kustannuslajeittain. Lyhenteet taulukossa 2.

Kuvasta 3 nähdään, että kiinteät kustannukset muodostavat suurimman erän mansikan tuotantokustannuksesta. Kiinteiden kustannuksien osuus tuotantokustannuksesta on perinteisen tuotantotavan malleissa keskimäärin 38 % ja tiheämalleissa 51 %. Palkkatyö on merkittävin erä kiinteistä kustannuksista. Muuttuvien kustannuksien osuus tuotantokustannuksesta vaihtelee 19 – 30 %:n välillä ja yrittäjäperheen palkkavaatimus 10 – 18 %:n välillä riippuen mallista. Pienimmät erät tuotantokustannuksesta muodostavat poistot (7 – 13 %) ja korot (5 – 9 %).

Mansikantuotanto on hyvin työvaltaista varsinkin korkeilla satotasoilla. Palkkakulujen ja yrittäjäperheen palkkavaatimuksen summa on noin 60 % tuotantokustannuksesta. Suurin osa työpanoksesta sitoutuu mansikan poimintaan.

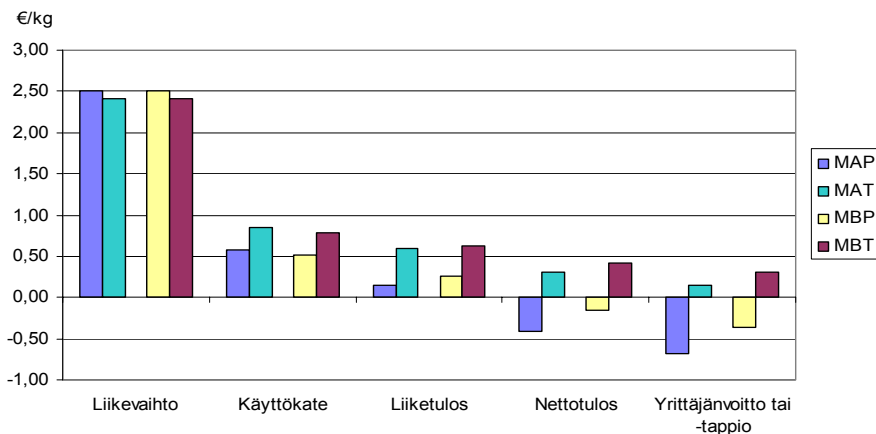
Tihkukastelulla saavutettava korkeampi satotaso lisää poimintatyön menettä samassa suhteessa, sillä poimintanopeus on oletettu vakioksi (10 kg tunnissa). Tihkukasteluun siirryttäessä kiinteät kustannukset kasvavat noin 12 % perinteisen tuotantotavan malleihin verrattuna, mikä johtuu pääosin palkkakulujen lisääntymisestä.

Mansikantuotannossa tarvitaan tihkukastelujärjestelmän rinnalla myös päätäkastelulaitteisto hallantorjuntaa varten. Poistot ovat tällöin euromääräisesti suurempia tihkumalleissa kuin perinteisen tuotantotavan malleissa, mutta poistojen suhteellinen osuus tuotantokustannuksesta laskee siirryttäessä tihkukasteluun. Tihkulaitteiston investointikustannus mansikkahehtaaria kohden on noin 2 100 € pienemmässä tihkumallissa ja 1 200 € suuremmassa mallissa. Tihkumalleissa suurempi käyttöomaisuuden määrä nostaa poistoja 1 400 – 2 500 € tilaa kohden. Myös kunnossapito- ja vakuutuskustannukset sekä pääomasta aiheutuvat korot nousevat käyttöomaisuuden kasvaessa.

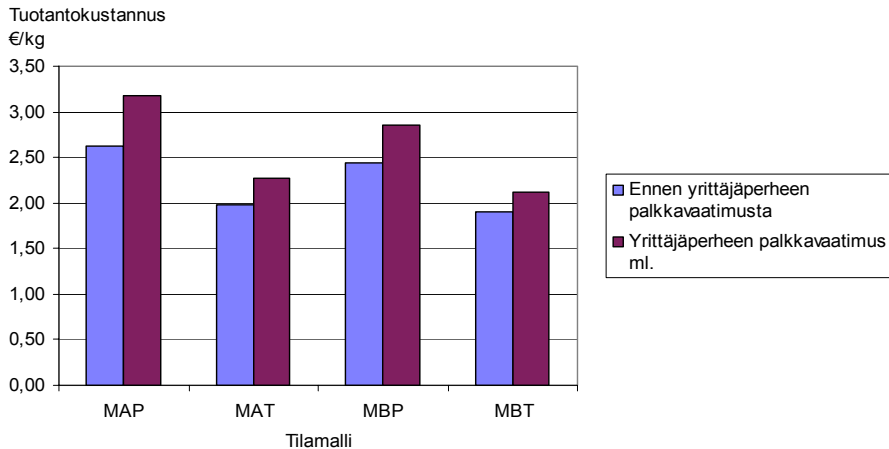
### Tuotot ja kustannukset satokiloa kohden

Mansikalla liikevaihdoksi satokiloa kohden kertyy perinteisen tuotantotavan malleissa 2,50 €/kg ja tihkumalleissa 2,42 €/kg (Kuva 4). Liikevaihto muodostuu tuottajahinnan ja tukien summasta, mitkä on määritelty vuoden 2002 hinta- ja tukitietojen perusteella. Mansikalla keskimääräinen tuottajahinta oli 2,33 €/kg ja pinta-alatuiksi satokiloa kohden muodostui perinteisen tuotantotavan malleissa 0,17 €/kg ja tihkumalleissa 0,09 €/kg.

Satokiloja kohden tarkasteltaessa taloudellinen tulos kertyy ja tunnusluvut käyttäytyvät samansuuntaisesti kuin edellä tilamallia kohden tarkasteltaessa. Tulos pysyy positiivisena liiketulokseen saakka, mutta nettotuloksen kohdalla perinteisen tuotantotavan tulos jää negatiiviseksi ja tihkutuotannon positiiviseksi, kuten myöskin kannattavuus.



Kuva 4. Taloudellisen tuloksen muodostuminen satokiloa kohden (€/kg) mansikkamalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 5. Perinteisesti tuotetun ja tihkukastellun mansikan tuotantokustannus (€/kg). Lyhenteet taulukossa 2.

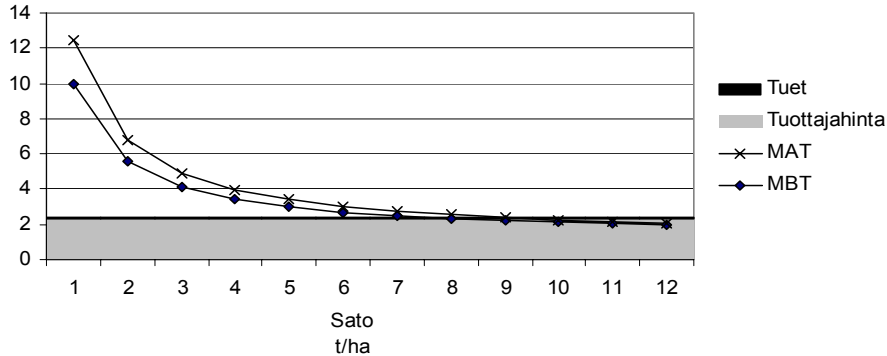
Kun otetaan huomioon mansikan tilamallien laadinnassa satotaseon tehdyt oletukset, tuotantokustannukset ovat korkeimmat tuotettua satokiloa kohden perinteisessä tuotannossa ja pienimmät tihkukastellussa tuotannossa. Tuotantokustannus vaihtelee perinteisessä tuotannossa välillä 2,86 – 3,18 €/kg ja tihkukastelussa välillä 2,11 – 2,27 €/kg (Kuva 5). Jos yrittäjäperheen palkkavaatimusta ei huomioida laskennassa, tuotantokustannukset laskevat. Tällöin yrittäjäperheelle ei kuitenkaan jää taloudellista korvausta tekemälleen työlle.

Laskelmissa käytetyillä oletuksilla molemmat tihkumallit tuottavat yrittäjänvoittoa, jos satoa saadaan 10 t/ha (Kuvat 4 ja 6). Parhaaseen taloudelliseen tulokseen yltyä suurempi tihkumalli, jossa voittoa syntyy 0,30 €/kg. Pienemässä tihkumallissa voittoa syntyy 0,15 €/kg.

Perinteisen tuotannon malleissa mansikantuotanto on kannattamatonta, koska tuotot eivät kata tuotannosta aiheutunutta tuotantokustannusta satotaseoletuksella 5 t/ha. Pienemmässä mallissa jokainen tuotettu mansikkakilogrammi tuottaa tappiota 0,68 € ja suuremmassa mallissa 0,36 € satokiloa kohden (Kuva 4). Tällöin joudutaan tinkimään taloudellisista tavoitteista, jolloin niitä ei saavuteta täysimääräisesti.

Jotta kannattavan tuotannon raja saavutetaan, pitää tuotantokustannuksen ja tuottojen olla yhtä suuria, jolloin yrittäjänvoitto saa arvon nolla. Mansikan perinteisessä tuotannossa satotaseon pitäisi kasvaa vähintään 8 – 9 t/ha, jotta kannattavan tuotannon raja saavutettaisiin. Tihkukastelulla voidaan päästä kannattavaan tuotantoon 8 – 9 t/ha:n satotaseoilla (Kuva 6). Tuotantokustannusten aleneminen tai tuottojen nouseminen siirtää kannattavuusrajaa kohti alhaisempia satotaseoja.

Tuotantokustannus,  
tuottajahinta ja tuet  
€/kg

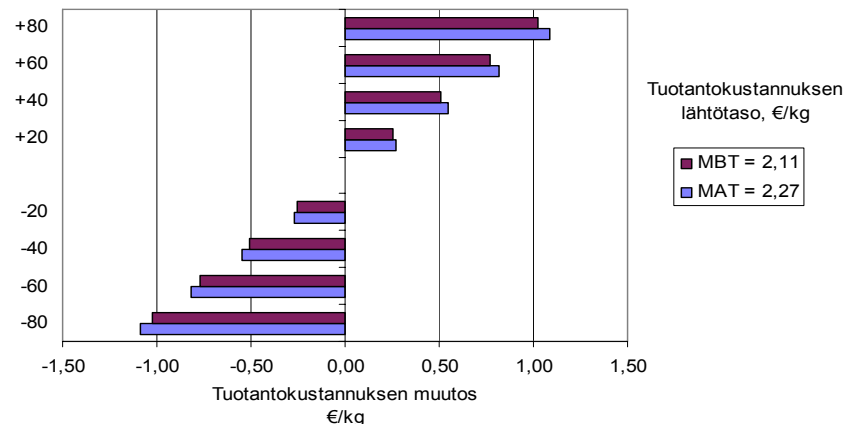


Kuva 6. Tihkukastellun mansikan tuottajahinta (€/kg) ja tuotantokustannuksen kehittyminen (€/kg) satotason (t/ha) mukaan. Lyhenteet taulukossa 2.

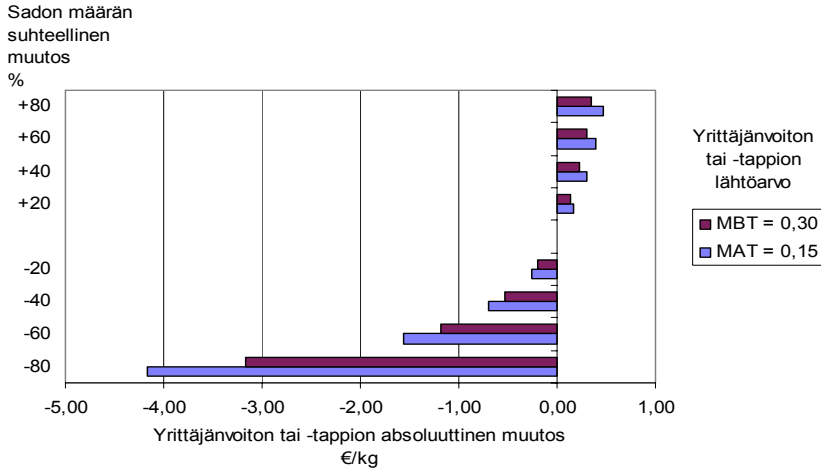
Mansikantuotannossa yrittäjäperheen palkkavaatimuksen ja ulkopuolisen työvoiman palkkakustannuksen summa on merkittävä tekijä tuotantokustannuksen muodostumisessa. Seuraavassa tarkastellaan työkustannuksen muutoksen vaikutusta tuotantokustannukseen tihkumalleissa muiden tekijöiden pysyessä ennallaan.

Työkustannuksen suhteellinen kasvu tuottaa hyvin samansuuruisen muutoksen tuotantokustannukseen kuin työkustannuksen samansuhteinen pieneminenkin. Esimerkiksi, jos työkustannus kasvaa 20 %, nostaa se mansikalla tuotantokustannusta noin 12 % (0,26 €/kg) lähtöarvoon verrattuna (Kuva 7). Työkustannuksen samansuhteinen laskeminen tuottaa samansuuruisen aleneman tuotantokustannukseen.

Työkustannuksen  
muutos  
%



Kuva 7. Työkustannuksen suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus tihkukastellun mansikan tuotantokustannukseen (€/kg). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 8. Sadon määrän suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus yrittäjänvoiton tai -tappion arvoon (€/kg) mansikan tihkumalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.

Tarkasteltaessa sadon määrän muutoksen vaikutusta kannattavuutta kuvaavan yrittäjänvoiton tai -tappion arvoon, huomataan kannattavuuden heikentyvän enemmän satotason laskiessa kuin sen noustessa samansuhteisesti. Esimerkiksi +/- 20 % satomäärän muutos nostaa kannattavuutta mansikalla keskimäärin 0,15 €/kg tai laskee sitä 0,23 €/kg (Kuva 8).

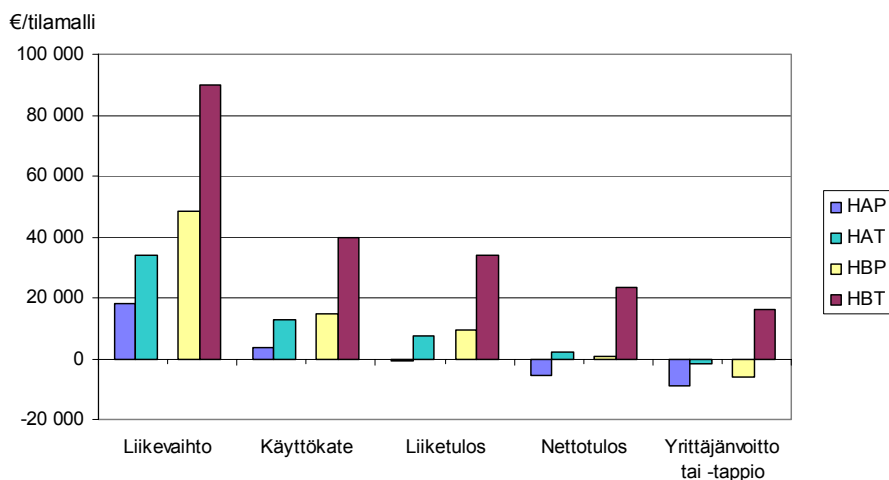
Kannattavuuden erisuhteinen muutos satotason noustessa tai laskiessa johtuu osin kiinteistä kustannuksista, koska ne rasittavat kustannusrakennetta sadon määrästä riippumatta. Satokiloa kohden kiinteät kustannukset kasvavat suhteellisesti enemmän satomäärän laskiessa kuin laskevat satomäärän noustessa samansuhteisesti. Myös muuttuvat kustannukset käyttäytyvät samansuuntaisesti kuin kiinteät kustannukset satomäärän muuttuessa, jos tuotantoon on ehditty niitä sitoa.

## Herukka

Herukan tihkumalleissa liikevaihto muodostuu korkeammaksi kuin perinteisen tuotantotavan tilamalleissa. Liikevaihto kasvaa noin 50 % tuotantotapojen välillä, mikä selittyy satotasoihin tehdyillä oletuksilla. Korkein liikevaihto on suuremmissa tihkumalleissa, noin 90 000 € ja alhaisin liikevaihto pienemmissä perinteisen tuotantotavan mallissa, noin 18 000 € (Kuva 9).

Herukkamalleissa käyttökate vaihtelee 3 700 – 40 000 €:n välillä kuvan 9 mukaisesti. Alhaisimmat arvot käyttökate saa pienemmissä tilamalleissa ja korkeimmat arvot suuremmissa tilamalleissa. Kuitenkin vain tihkumalleissa käyttökate riittää kattamaan pääomakulut ja yrittäjäperheen palkkavaatimuk-





Kuva 9. Taloudellisen tuloksen muodostuminen herukkamalleissa (€/ tilamalli). Lyhenteet taulukossa 2.

sen. Liiketulos käyttäytyy käyttökateen lailla, sillä se on korkein suuremmassa tihkumallissa, noin 34 000 €, ja alhaisin pienemmässä perinteisen tuotantotavan mallissa, noin -800 €.

Kuvasta 9 nähdään, että pienemmässä herukkamallissa nettotulos on perinteisessä tuotannossa negatiivinen (-5 300 €), mutta tihkutuotannossa hiukan positiivinen (800 €). Perinteisessä tuotannossa joudutaan tällöin tinkimään korkotavoitteista, mutta suuremmassa ne saavutetaan. Suuremmassa tilamallissa nettotulos on molemmissa tuotantotavoissa positiivinen, jolloin pääomalle saadaan korvausta. Perinteisen tuotannon mallissa nettotulos saa tällöin arvon 2 400 € ja tihkutuotannossa 23 500 €.

Pienemmässä tilamallissa kannattavuutta kuvaava yrittäjänvoitto on negatiivinen riippumatta tuotantotavasta, jolloin perinteisen tuotantotavan mallissa yrittäjätappiota syntyy 9 000 € ja tihkumallissa 1 700 €. Suuremmassa tilamallissa perinteisestä tuotannosta muodostuu yrittäjätappiota 5 900 €, mutta tihkumallissa yrittäjänvoittoa 16 000 € (Kuva 9).

Yrittäjätappio merkitsee sitä, että taloudellisia tavoitteita yrittäjäperheen palkkavaatimuksen (8,45 €/h) ja pääoman korkovaatimuksen (5 %) suhteen ei saavuteta kokonaisuudessaan. Herukan perinteisessä tuotannossa taloudellisista tavoitteista joudutaan tinkimään. Pienemmässä tilamallissa yrittäjäperhe ei saa työnsä eikä pääomalle suurta korvausta, mutta suuremmassa palkaksi muodostuu jo noin 5 €/h ja koroksi pääomalle 3 %. Samoin pienemmässä tihkumallissa tavoitteista joudutaan tinkimään, sillä yrittäjäperheen palkaksi muodostuu noin 7 €/h ja koroksi 4 %. Sen sijaan suuremmassa tihkumallissa

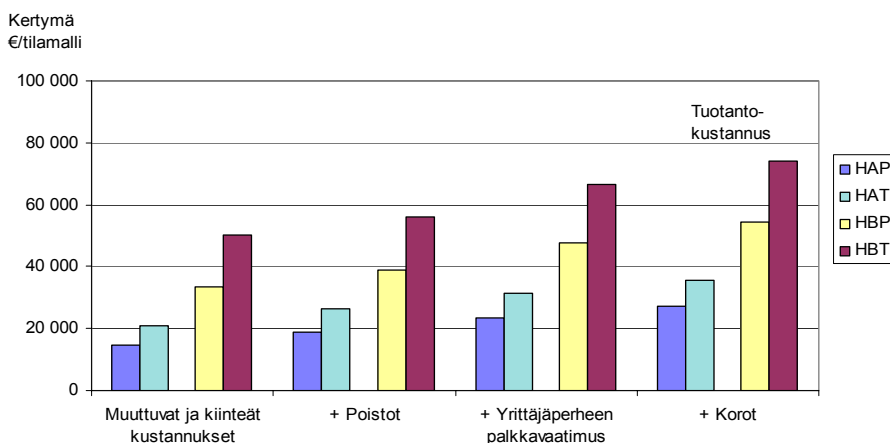
taloudelliset tavoitteet ylitetään, jolloin yrittäjäperheen tuntipalkaksi muodostuu 16 € ja pääoman koroksi 10 %.

Herukalla tihkukastelu lisää tuotantokustannuksia perinteiseen tuotantotapaan verrattuna noin 25 %. Tuotantokustannukset perinteisen tuotantotavan mallissa vaihtelevat 27 000 – 54 000 €:n ja tihkumalleissa 35 000 – 74 000 €:n välillä (Kuva 10). Korkeimmat tuotantokustannukset ovat tuotantotavoittain suuremmissa tilamalleissa.

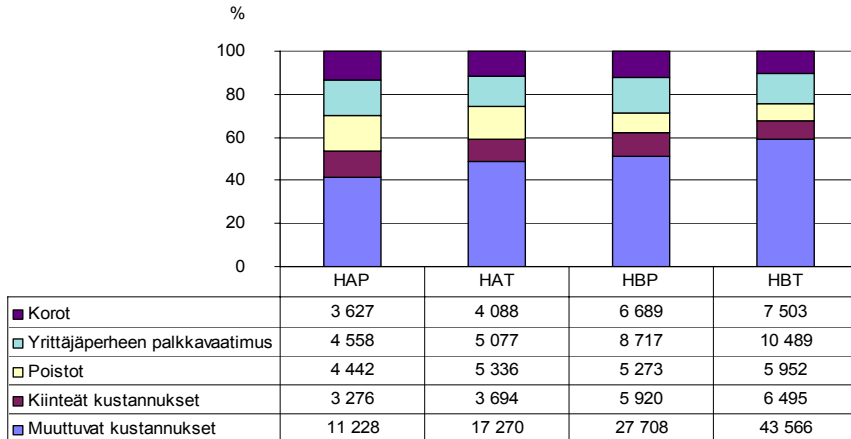
Herukan tuotannossa muuttuvien kustannuksien osuus tuotantokustannuksesta vaihtelee 41 – 59 %:n välillä ja yrittäjäperheen palkkavaatimus 14 – 17 %:n välillä riippuen tarkasteltavasta tilamallista. Kiinteiden kustannuksien osuus tuotantokustannuksesta vaihtelee 9 – 12 %:n välillä, poistojen osuus 8 – 16 %:n välillä ja korkojen osuus 10 – 13 %:n välillä (Kuva 11).

Herukan tuotannossa muuttuvat kustannukset kasvavat suhteellisesti eniten tihkukasteluun siirryttäessä, mikä johtuu pääasiassa lannoitekulujen ja sadon rahtikulujen lisääntymisestä. Kiinteiden kustannuksien suhteellinen osuus taas hieman laskee tihkukasteluun siirryttäessä. Kiinteistä kustannuksista palkkakulut pysyvät maltillisena tilakoon ja satotason kasvamisesta huolimatta, koska herukanpoiminta voidaan suorittaa koneellisesti vuokratyönä.

Tihkulaitteiston investointikustannus on pienemmässä tihkumallissa noin 1 700 €/ha ja suuremmissa mallissa noin 1 400 €/ha. Tihkulaitteiston hankinnan myötä käyttöomaisuuden määrä kasvaa, mikä nostaa pääomakuluja. Euronääräisesti poistot kasvavat keskimäärin 800 € tuotantotapojen välillä, mutta suhteellisesti poistot laskevat keskimäärin 1,5 %.



Kuva 10. Kustannusten kertyminen herukkamalleissa (€/tilamalli). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 11. Perinteisesti tuotetun ja tihkukastellun herukan tuotantokustannus (€/tilamalli) ja sen jakauma (%) kustannuslajeittain. Lyhenteet taulukossa 2.

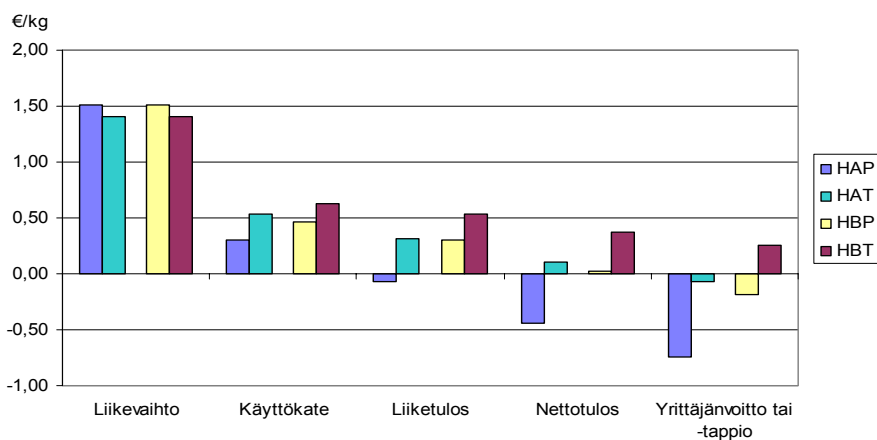
### Tuotot ja kustannukset satokiloa kohden

Herukalla keskimääräinen tuottajahinta oli 1,30 €/kg vuonna 2002. Pinta-alatuiksi muodostui satokiloa kohden perinteisessä tuotannossa 0,21 €/kg ja tihkukastelussa 0,11 €/kg vuoden 2002 tukitietojen perusteella.

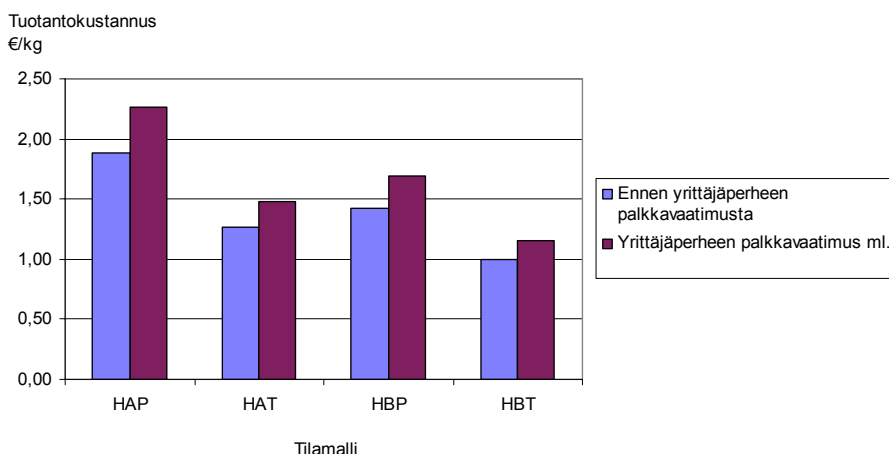
Tarkasteltaessa taloudellisen tuloksen muodostumista satokiloa kohden tunnuslukujen käyttäytyminen noudattaa pääpiirteissään tilamallikohtaista tarkastelua. Liiketulos ja nettotulos painuvat negatiiviseksi pienemmässä tavantomaista tuotantoa harjoittavassa herukkamallissa. Tämän mallin kannattavuus muodostuu myös heikoimmaksi tarkasteltavista malleista. Paras kannattavuus satokiloa kohden muodostuu suuremmassa tihkumallissa.

Herukalla tuotantokustannukset ovat tihkukastelussa alhaisemmat kuin perinteisessä tuotannossa satokiloa kohden tarkasteltaessa olettaen, että satotasoihin tehdyt oletukset pitävät. Tihkumalleissa tuotantokustannukset ovat 1,16 – 1,48 € satokiloa kohden, kun yrittäjäperheen palkkavaatimus luetaan kuuluvaksi tuotantokustannukseen. Perinteisen tuotantotavan malleissa tuotantokustannus on selvästi korkeampi, sillä ne vaihtelevat 1,70 – 2,26 €/kg:n välillä (Kuva 13). Jos yrittäjäperheen palkkavaatimusta ei huomioida tuotantokustannusta laskiessa, alenee tuotantokustannus keskimäärin 0,26 €/kg.

Herukan tuotannossa vain suurempi tihkumalli tuottaa yrittäjänvoittoa, kun verrataan tuotantokustannusta ja tuottajahintaa tehtyjen oletusten puitteissa. Suuremmissa tihkumallisissa tuotantokustannus on tuottoja alhaisempi, jolloin voittoa syntyy 0,25 €/kg (Kuvat 12 ja 14). Herukantuotanto on kannattamatonta kaikissa muissa malleissa, koska tuotot eivät kata tuotannosta aiheutunutta tuotantokustannusta. Tappiota syntyy perinteisen tuotannon malleissa 0,18 – 0,75 € ja pienemmässä tihkumallisissa 0,07 € satokiloa kohden. Näissä malleissa taloudellisista tavoitteista joudutaan tinkimään.

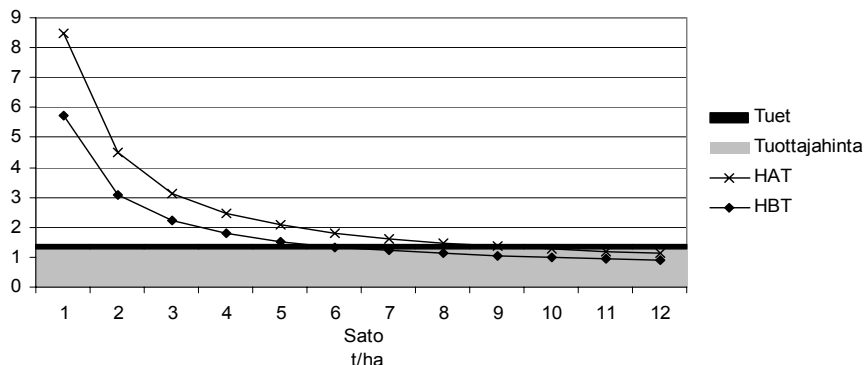


Kuva 12. Taloudellisen tuloksen muodostuminen satokiloa kohden (€/kg) herukkamalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 13. Perinteisesti tuotetun ja tihkukastellun herukan tuotantokustannus (€/kg). Lyhenteet taulukossa 2.

Tuotantokustannus,  
tuottajahinta ja tuet  
€/kg

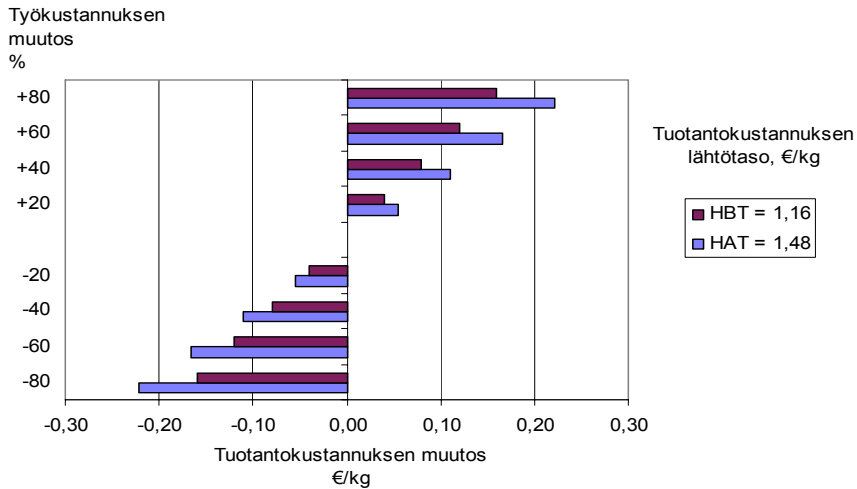


Kuva 14. Tihkukastellun herukan tuottajahinta (€/kg) ja tuotantokustannuksen kehittyminen (€/kg) satotason (t/ha) mukaan. Lyhenteet taulukossa 2.

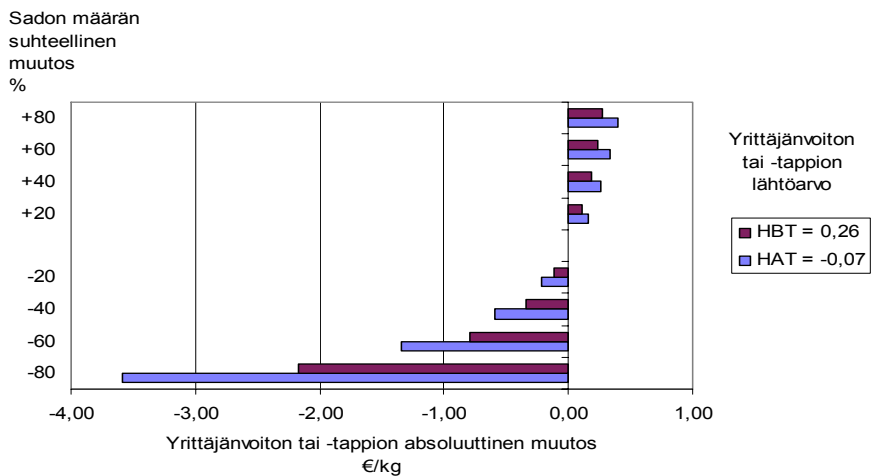
Kuvan 14 mukaan suuremmissa tihkumallissa kannattavan tuotannon satoraja on noin 6 t/ha ja pienemmässä tihkumallissa noin 9 t/ha tuottojen ja kustannuksien ollessa vuoden 2002 tasolla. Perinteisessä tuotannossa satotason pitäisi nousta noin 6 – 8 t/ha tasolle, jotta kannattavan tuotannon edellytykset olisivat olemassa. Jos herukan tuottajahinta tai tukitulot nousevat tai tuotantokustannukset laskevat, siirtyy kannattavan tuotannon raja kohti alhaisempia satotasoja.

Herukan tuotanto ei ole kovin herkkä työkustannuksen muutokselle, sillä esimerkiksi 20 % työkustannuksen muutos tuottaa vain noin 4 %:n (0,05 €/kg) tuotantokustannuksen muutoksen lähtöarvoon verrattuna (Kuva 15). Herukan tuotannossa teknologialla voidaan korvata ihmistyöpanosta, mikä vähentää työkustannuksen herkkyyttä. Tällöin työkustannuksen suhteellisen muutoksen vaikutus tuotantokustannukseen ei ole yhtä suuri kuin työvoimavaltaisemmillä kasveilla.

Sadon määrän samansuhteinen pienentyminen tai suurentuminen ei tuota kannattavuuden samansuuruista muutosta herukan tihkumalleissa. Esimerkiksi 20 % satomuutos joko laskee yrittäjänvoiton arvoa 0,28 €/kg tai nostaa sitä 0,12 €/kg (Kuva 16). Sadon määrän pienentyminen laskee tällöin kannattavuutta enemmän kuin sadon määrän samansuhteinen kasvaminen. Erisuhteinen kannattavuuden muutos johtuu herukalla, kuten mansikallakin, kustannuksien käyttäytymisestä satomäärän muuttuessa.



Kuva 15. Työkustannuksen suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus tihkukastellun herukan tuotantokustannukseen (€/kg). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 16. Sadon määrän suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus yrittäjänvoiton tai -tappion arvoon (€/kg) herukan tihkumalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.

## Avomaankurkku

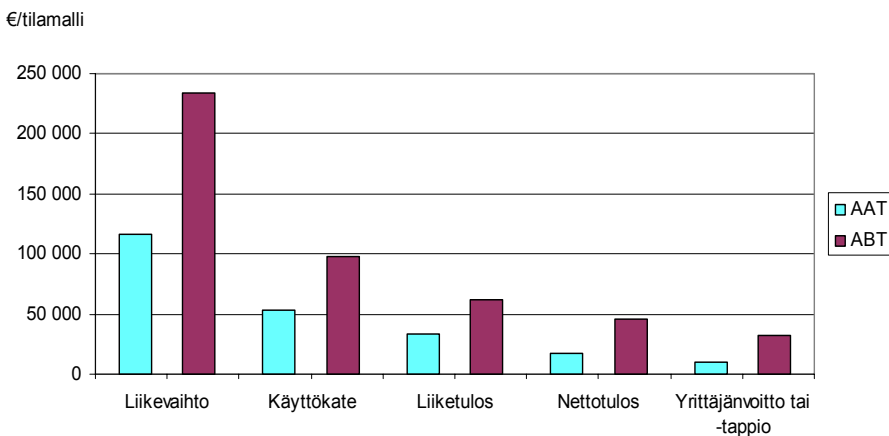
Avomaankurkun osalta arvioitiin pelkästään kahta eri vaihtoehtoa, joissa molemmissa käytetään tihkukastelua. Kuvan 17 mukaan suuremmassa tilamallissa liikevaihto on noin 117 000 € ja pienemmässä 234 000 €, jolloin

tuotannon laajuus eroaa merkittävästi mallien välillä. Liikevaihdon eroa mallien välillä selittää viljelypinta-alaa koskeva oletus.

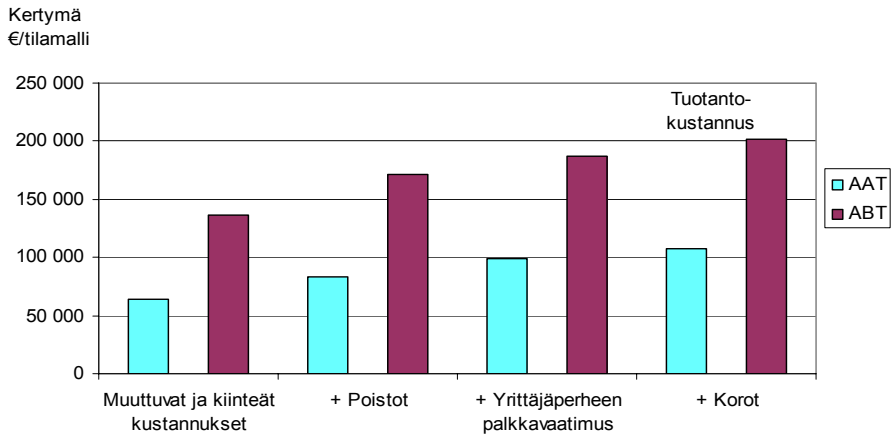
Käyttökate vaihtelee mallien välillä 53 200 – 97 500 euroon. Käyttökatteella kyetään kattamaan yrittäjäperheen palkkavaatimus ja korot molemmissa malleissa. Liiketulos käyttäytyy mallien välillä samansuuntaisesti kuin käyttökatekin. Liiketulos on pienemmässä mallissa 33 800 € ja suuremmissa 62 400 € (Kuva 17).

Kun liiketuloksesta vähennetään yrittäjäperheen palkkavaatimus, saadaan nettotulos. Pienemmässä tilamallissa nettotulos on 17 300 € ja suuremmissa 45 800 € positiivinen. Kun saavutetaan positiivinen nettotulos, saadaan tuotantoon sidotulle pääomalle korkoa. Myös kannattavuutta kuvaava yrittäjänvoitto on positiivinen, mikä merkitsee tuottojen olevan tuotantokustannuksia suuremmat. Yrittäjänvoiton arvo on pienemmässä mallissa 9 700 € ja suuremmissa 32 100 € (Kuva 17). Yrittäjänvoitto merkitsee onnistumista taloudellisten tavoitteiden saavuttamisessa. Pienemmässä tilamallissa yrittäjäperheen palkaksi muodostuu noin 12 € tunnilta ja pääoman koroksi 7 %. Suuremmissa malleissa saavutetaan pienempää mallia korkeammat korvaukset yrittäjäperheen työlle ja pääomalle. Tuntipalkaksi muodostuu tällöin 17 € ja pääoman koroksi 10 %.

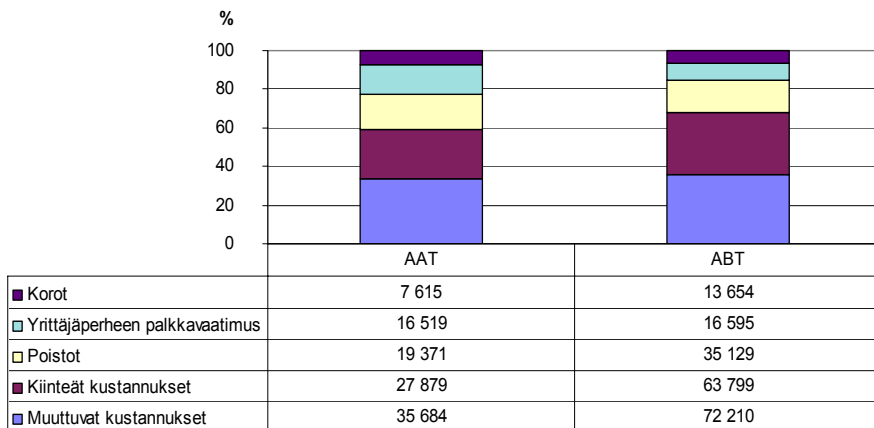
Tuotantokustannukset ovat pienemmässä avomaankurkkumallissa 107 100 € ja suuremmissa malleissa 201 300 € (Kuvio 18). Avomaankurkkumalleissa muuttuvat ja kiinteät kustannukset muodostavat likipitään samansuuruisen osuuden tuotantokustannuksista.



Kuva 17. Taloudellisen tuloksen muodostuminen avomaankurkkumalleissa (€/tilamalli). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 18. Kustannusten kertyminen avomaankurkkumalleissa (€/tilamalli). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 19. Tihkukastellun avomaankurkun tuotantokustannus (€/tilamalli) ja sen jakauma (%) kustannuslajeittain. Lyhenteet taulukossa 2.

Muuttuvien kustannuksien osuus tuotantokustannuksesta on pienemmässä mallissa 33 % ja suuremmassa mallissa 36 %. Kiinteiden kustannusten vastaavat osuudet ovat 26 % ja 32 %. Yrittäjäperheen palkkavaatimuksen suhteellinen osuus vaihtelee 8 – 15 %:n välillä, ollen pienempi suuremmassa mallissa. Poistojen osuus on 17 – 18 % ja korkojen 7 % tuotantokustannuksesta molemmissa malleissa (Kuva 19).

Avomaankurkun tuotannossa palkkakulujen ja yrittäjäperheen palkkavaatimuksen summa on noin 40 % tuotantokustannuksesta. Kiinteistä kustannuksista palkkakulut ovat erittäin merkittävä erä. Kurkunpoiminta oletetaan suo-



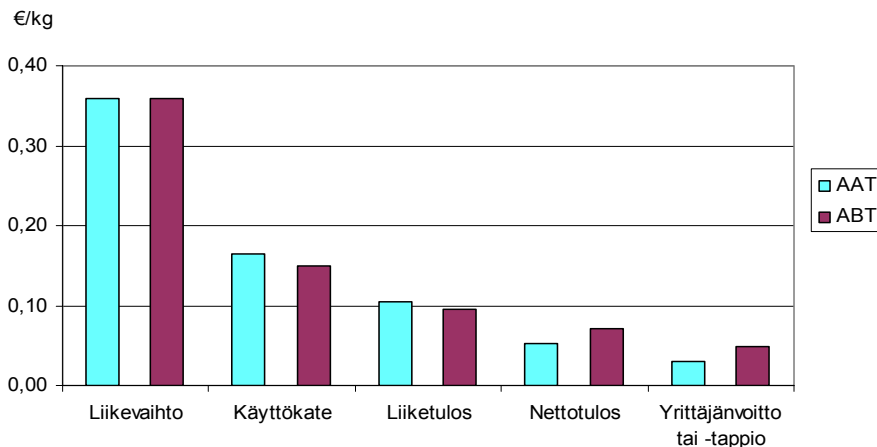
ritettavan ulkopuolisena palkkatyönä, mikä kasvattaa palkkakuluja ja siten kiinteiden kustannuksien suhteellista osuutta tilamallien välillä.

Avomaankurkun tuotannossa tarvitaan tihkukastelujärjestelmän rinnalla myös päältäkastelulaitteisto hallantorjuntaa varten, mikä nostaa pääomakuluja. Pelkän tihkulaitteiston investointikustannus on pienemmässä tilamallissa noin 1 800 €/ha ja suuremmassa mallissa noin 1 200 €/ha. Euromääräiset poistot kasvavat noin 50 % tilamallien välillä, mutta poistojen suhteellinen osuus tuotantokustannuksesta säilyy kuitenkin samansuuruisena.

### Tuotot ja kustannukset satokiloa kohden

Avomaankurkun keskimääräinen tuottajahinta oli 0,35 €/kg ja pinta-alatuet 0,01 €/kg vuoden 2002 ja 2003 hinta- ja tukitietojen perusteella, jolloin liikevaihdoksi satokiloa kohden muodostui keskimäärin 0,36 €/kg (Kuva 20).

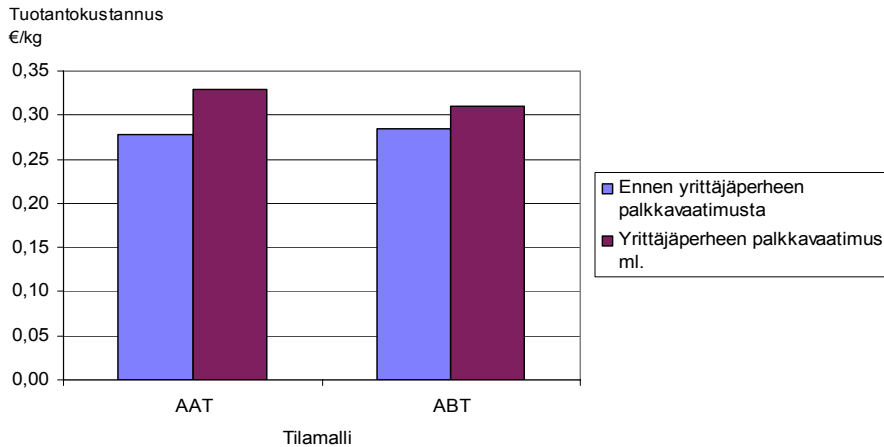
Satokiloja kohden tarkasteltaessa taloudellinen tulos kertyy ja tunnusluvut käyttäytyvät samansuuntaisesti kuin edellä tilamallia kohden tarkasteltaessa. Tulos pysyy positiivisena ja kannattavuus muodostuu hyväksi.



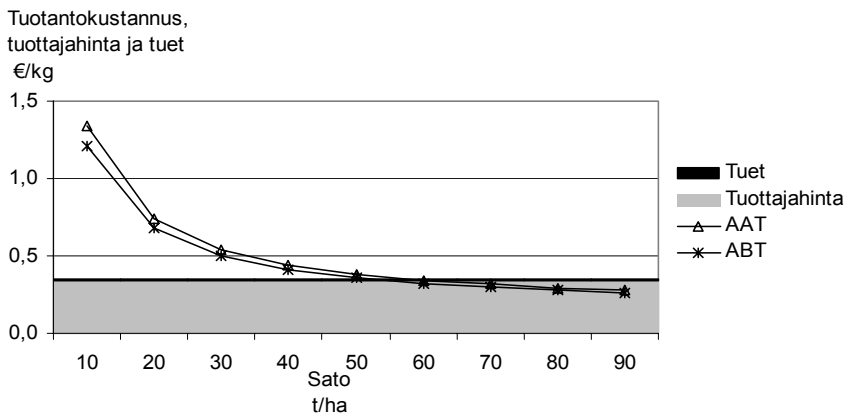
Kuva 20. Taloudellisen tuloksen muodostuminen satokiloa kohden (€/kg) avomaankurkkumalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.

Avomaankurkkumalleissa tuotantokustannus on pienemmässä tilamallissa 0,33 €/kg ja 0,31 €/kg suuremmassa mallissa (Kuva 21). Tällöin satotason oletetaan olevan 65 t/ha ja yrittäjäperheen palkkavaatimuksen kuuluvan tuotantokustannukseen. Jos yrittäjäperheen palkkavaatimusta ei huomioida, laskee tuotantokustannus satokiloa kohden keskimäärin 0,04 €.

Avomaankurkulla molemmissa tilamalleissa muodostuu yrittäjänvoittoa. Pienemmässä tilamallissa voittoa syntyy 0,03 € ja suuremmassa 0,05 € satokiloa kohden (Kuvat 19 ja 22). Kun tuotot ylittävät asetetut taloudelliset



Kuva 21. Tihkukastellun avomaankurkun tuotantokustannus (€/kg) avomaankurkkumalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.



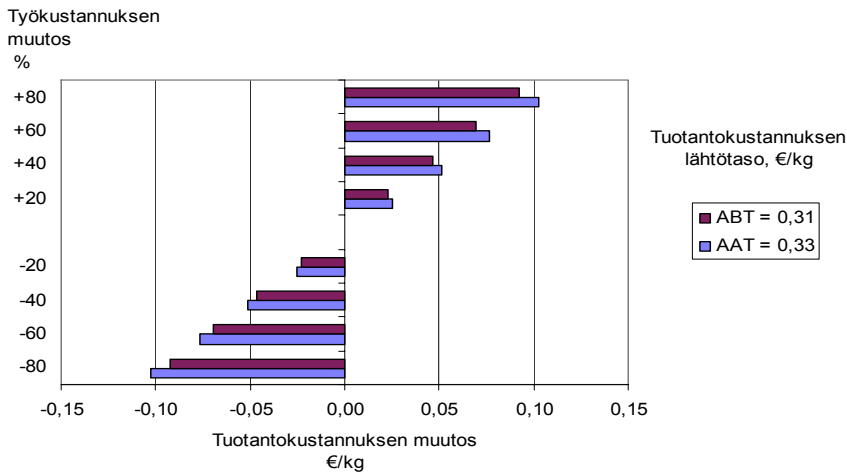
Kuva 22. Tihkukastellun avomaankurkun tuottajahinta (€/kg) ja tuotantokustannuksen kehittyminen (€/kg) satotason (t/ha) mukaan. Lyhenteet taulukossa 2.

tavoitteet, merkitsee se tulostavoitteissa onnistumista eli voiton syntymistä. Avomaankurkulla asetetut taloudelliset tavoitteet jopa hieman ylitetään. Kuvasta 22 nähdään, että avomaankurkulla saavutetaan kannattavan tuotannon raja noin 55 t/ha satotasolla olettaen tuotantokustannusten ja tuottojen säilyvän ennallaan. Tuottajahinnan ja tukien nouseminen tai tuotantokustannusten laskeminen siirtää kannattavuuden rajaa kohti alhaisempia satotasoja.

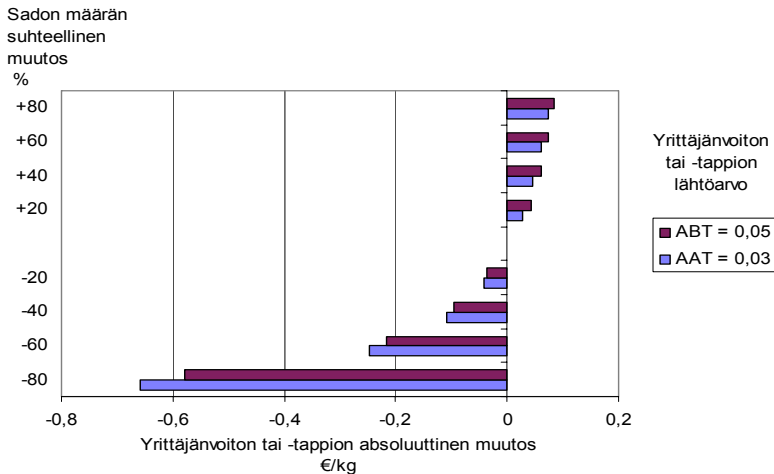
Avomaankurkulla työkustannuksen suhteellinen kasvu tuottaa hyvin samansuuruisen muutoksen tuotantokustannukseen kuin työkustannuksen samansuhteinen pieneneminenkin. Esimerkiksi työkustannuksen suhteellinen +/- 20 %:n muutos tuottaa noin 8 %:n (0,03 €/kg) samansuhteisen tuotanto-

kustannuksen muutoksen lähtöarvoon verrattuna (Kuva 23). Kuitenkin todennäköisyys sille, että työkustannukset nousevat on suurempi kuin että ne laskisivat.

Avomaankurkulla pienet sadon määrän muutokset vaikuttavat yrittäjänvoiton arvoon melko saman verran, mutta erisuuntaisesti. Suhteellisesti suuremmat sadon määrän muutokset vaikuttavat kannattavuuteen samansuuntaisesti kuin



Kuva 23. Työkustannuksen suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus tihkukastellun avomaankurkun tuotantokustannukseen (€/kg). Lyhenteet taulukossa 2.



Kuva 24. Sadon määrän suhteellisen muutoksen (+/- %) vaikutus yrittäjänvoiton tai -tappion arvoon (€/kg) avomaankurkkumalleissa. Lyhenteet taulukossa 2.

mansikalla ja herukallakin eli satomäärän pienentyminen laskee kannatta vuotta tällöin enemmän kuin sadon määrän samansuuruinen kasvaminen. Esimerkiksi jo +/- 40 %:n satomäärän muutos nostaa yrittäjänvoiton arvoa 0,05 €/kg tai laskee sitä 0,10 €/kg. Kannattavuuden erisuhteinen muutos johtuu osin kustannuksien käyttäytymisestä satomäärän muuttuessa.

## Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa selvitettiin tilamallien avulla tihkukastelun taloudellisuutta perinteiseen kastelutapaan verrattuna. Lisäksi arvioitiin taloudellisen tuloksen muodostumista tilamalleittain. Tuloksia tulkittaessa on muistettava, että tilamallit ovat herkkiä niissä käytettyjen oletusten suhteen. Mallit eivät myöskään huomioi esimerkiksi tuotannollisia ja taloudellisia riskejä. Tuloksia ei voida suoraan verrata käytännössä toimivien puutarhayrityksien tuloksiin, koska malleissa on tehty oletuksia mm. reaali- ja rahaprosesseista ja niiden toteuttamisesta.

### *Tuotantokustannukset*

Tihkukastelulla on mahdollista nostaa satotasoa merkittävästi perinteiseen tuotantotapaan verrattuna, jolloin tuotantokustannukset laskevat tuotettua satokiloa kohden. Tuotantokustannukset ovat mansikan perinteisessä tuotannossa 2,86 – 3,18 € ja herukalla 1,70 – 2,26 € satokiloa kohden. Tihkukastelussa mansikan tuotantokustannus on 2,11 – 2,27 €, herukalla 1,16 – 1,48 € ja avomaankurkulla 0,31 – 0,33 € kiloa kohden. Mansikalla tuotantokustannuksien lasku on siten 25 – 30 % ja herukalla 30 – 35 %, kun oletetaan satotason kaksinkertaistuvan ja tuotantotavan muuttuvan. Toisaalta yritystasolla tihkukastelu lisää tuotantokustannuksia mansikalla noin 30 % ja herukalla 25 %, kun verrataan absoluuttisia tuotantokustannuksia tuotantotapojen välillä.

Tihkukastelulla mansikalla tulot ovat suuremmat kuin tuotantokustannukset, jolloin voittoa syntyy 0,15 – 0,30 € satokiloa kohden. Myös avomaankurkulla päästään taloudellisia tavoitteita vastaavaan kannattavuuteen tihkukastelussa tuotannossa, sillä voittoa syntyy 0,04 € satokiloa kohden. Tihkukastelun herukan tilamalleista vain suurempaa yrityskokoa kuvaavan tilamallin tulokset ovat positiivisia, jolloin satokiloa kohden voittoa syntyy 0,28 €. Pienemmässä yrityskoossa ei sadonlisäyksen arvolla kyetä kattamaan tihkukastelusta aiheutuvia lisäkustannuksia, jolloin taloudellisille tavoitteille ei saada täyttä korvausta.

Avomaan puutarhakasveilla työkustannukset muodostavat huomattavan osan tuotantokustannuksesta. Mansikalla työkustannuksen eli palkkakulujen ja yrittäjäperheen palkkavaatimuksen summan osuus tuotantokustannuksesta on jopa 60 %, josta suurin osa sitoutuu mansikan poimintaan. Avomaankurkulla

työkustannuksen osuus tuotantokustannuksesta on noin 40 % ja herukalla 20 %. Herukantuotannossa yrittäjäperheen palkkavaatimus muodostaa merkittävimmän osan työkustannuksesta, koska poiminta voidaan suorittaa koneellisesti. Mansikalla ja avomaankurkulla ulkopuolisen työvoiman palkkustannuksen osuus kasvaa osin ylisuhteellisesti yrittäjäperheen palkkavaatimukseen nähden yrityskokoa kasvaessa tai satotason noustessa, sillä poimintatyö suoritetaan usein palkkatyönä.

Sadon määrän samansuhteinen pieneneminen tai kasvaminen ei tuota samansuuruisia kannattavuuden muutosta avomaan puutarhakasveilla. Satomäärän pientyminen laskee kannattavuutta enemmän kuin sadon määrän samansuhteinen kasvaminen nostaa sitä. Erisuhteinen kannattavuuden muutos johtuu osin kustannuksien käyttäytymisestä satomäärän muuttuessa. Varsinkin korkeissa satomäärissä kustannukset alkavat vakioitua, jolloin sadonmäärän lisäyksellä ei enää saada aikaan merkittäviä kustannussäästöjä eikä kannattavuuden parantumista.

Työkustannuksen samansuhteinen pieneneminen tai kasvaminen tuottaa samansuuruisen muutoksen tuotantokustannukseen. Kuitenkin todennäköisyys sille, kasvavatko vai vähenevätkö työkustannukset ei ole yhtä suuri. Uhka, että työkustannukset nousevat on suurempi kuin mahdollisuus, että ne laskevat. Mansikalla tuotantokustannukset ovat suhteellisesti herkimpiä työkustannuksen muutokselle tuotantokustannuksien lähtötasoon verrattuna. Esimerkiksi, jos työkustannukset muuttuvat lähtötasostaan 20 %, merkitsee se mansikalla 12 %:n, avomaankurkulla 8 %:n ja herukalla 4 %:n tuotantokustannuksen muutosta.

### *Tuloksen muodostuminen*

Käyttökatteella kyetään kattamaan avomaan puutarhakasvien tiikummalleissa pääomakulut ja yrittäjäperheen palkkavaatimus. Jos taloudellisen tuloksen muodostumisessa käyttökate kuitenkin kattaa vain osan yrittäjäperheen palkkavaatimuksesta ja pääomakuluista, on yrittäjäperheen työpanoksen tarve tai pääomarakenne liian raskas toiminnan kannettavaksi. Mansikan ja herukan perinteisessä tuotannossa käyttökatteella ei kyetä kattamaan kokonaan pääomakuluja eikä yrittäjäperheen palkkavaatimusta.

Liiketuloksen osalta kaikissa muissa tilamalleissa muodostuu positiivinen liiketulos, paitsi herukan pienemmässä perinteisen tuotantotavan mallissa. Positiivisen liiketuloksen yrittäjä voi käyttää esim. kulutukseen oman pääoman määrän muuttumatta. Toisena vaihtoehtona on kasvattaa oman pääoman määrää. Positiivisen liiketuloksen avulla yritykseen muodostuu omaa pääomaa, mikä helpottaa yrityksen kasvua ja luo myös vakavaraisuuden perustan.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan nettotuloksen kohdalla tuotantotapojen välinen tulos alkaa erota selvästi toisistaan. Nettotulos on suurimmassa osassa perinteisen tuotannon tilamalleista negatiivinen ja tihkumalleissa positiivinen. Tihkukastellusta tuotannosta saadaan tällöin korkoa pääomalle, mutta perinteisessä tuotannossa korkotoiveista joudutaan tinkimään jonkin verran.

### *Kannattavuus*

Jos euromääräiset tuotot ovat kustannuksia suuremmat, voidaan yritystoimintaa pitää kannattavana eli taloudellisille tavoitteille saadaan asetetut korvausvaateet tai ne ylitetään. Taloudellisten tavoitteiden asettaminen riippuu kuitenkin mm. yrittäjän preferensseistä eli siitä, minkälaisen korvauksen hän haluaisi työlleen ja tuotantoon sidotulle pääomalle. Jos esimerkiksi asetettuja taloudellisia tavoitteita nostetaan, laskee kannattavuus.

Yrittäjänvoitto tunnusluvulla voidaan kuvata kannattavuutta, koska sitä laskettaessa kaikki kustannukset on vähennetty tuotoista. Tilamallitarkastelun perusteella mansikan- ja avomaankurkuntuotannossa tihkukastelulla voidaan päästä kannattavaan tuotantoon, koska yrittäjänvoitto on positiivinen. Mansikantuotannossa tihkukastelulla päästään 11 – 16 €:n tuntipalkkaan ja 7 – 10 %:n korkoon pääomalle. Avomaankurkuntuotannossa yrittäjäperheen palkaksi muodostuu keskimäärin 15 € ja pääoman koroksi melkein 9 %. Myös laajamittaisessa herukantuotannossa kannattavan tuotannon edellytykset ovat olemassa, sillä yrittäjäperheelle muodostuu jopa 18 €:n tuntipalkka ja pääomalle 11 %:n korko.

Useimmiten yrittäjänvoitto on kuitenkin negatiivinen, mikä merkitsee yrittäjän tappion syntymistä ja siten laskennallisista tavoitteista tinkimistä. Tällöin yrittäjä ei saa kokonaisuudessaan asetettua tuntipalkkavaatimusta ja pääoman korkovaatimusta, mutta useimmiten panoksille jää jonkinlainen korvaus. Mansikalla ja herukalla perinteisessä tuotannossa tavoitteista joudutaan tinkimään. Myös herukan pienemmässä tihkumallisissa tavoitteista joudutaan tinkimään, sillä yrittäjäperheen palkaksi jää noin 7 €:n tuntikorvaus ja pääomalle 4 %:n korko. Vaikka aivan asetettuihin tavoitteisiin ei aivan päästäkään, voidaan saavutettuja korvauksia pitää varsin kohtuullisina.

### *Lopuksi*

Tihkukastelulla voidaan tuottaa suuri sato ja päästä näin kannattavaan tuotantoon. Suureen satoon liittyy kuitenkin myös suuret tappion mahdollisuudet ja kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä on monia. Jos esimerkiksi satotaso jää alhaiseksi, satoa ei saada myytyä tai sato joudutaan myymään alhaisella hinnalla, muodostuu tuotantokustannuksen ja tuottajahinnan erotus suureksi, jolloin tappion syntymistä ei voida välttää. Perinteisessä tuotantotavassa tappiot voivat jäädä vähäisemmiksi kuin tihkukasteluun perustuvassa tuotannos-

sa, koska tuotantokustannukset ovat satotasosta riippumatta alhaisemmalla tasolla. Toisaalta perinteisen kastelun avulla ei voida päästä keskimääräisesti kovin korkeisiin satotasoihin, mutta tihkukasteluun tuotantomenetelmänä liittyy vähemmän riskejä kuin perinteiseen tuotantoon. Tihkukastelussa eri tekijöitä voidaan kontrolloida tarkemmin kuin perinteisessä kastelussa, jolloin suuren ja laadukkaan sadon saaminen on todennäköisempää kuin perinteisessä tuotannossa.

## **Kirjallisuus**

Lassheikki, K. 1994. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Puutarhaliiton julkaisuja numero 278. Helsinki: Puutarhaliitto. 38 s. ISBN: 951-8942-15-3

Outa, P. 2000. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen selvityksiä numero 11/2000. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. 100 s. ISBN: 951-687-083-x

# Liitteet

## Liite 1.

### Tuloslaskelman tunnusluvut

*Liikevaihto* koostuu yrityksen varsinaiseen toimintaa kuuluvien tuotteiden tai palvelujen myyntituotoista. *Liikevaihto* kuvaa toiminnan laajuutta. Liikevaihtoon voidaan lukea kuuluvaksi *liiketoiminnan muut tuotot*, jotka liittyvät yrityksen varsinaiseen toimintaan ja ovat luonteeltaan lähellä liikevaihtoa. Liiketoiminnan muihin tuottoihin voidaan lukea kuuluvaksi mm. puutarhayrityksen tukitulot.

Vähentämällä liikevaihdosta muuttuvat ja kiinteät kustannukset, vakuutus-, kunnossapito- ja palkkakulut, saadaan *käyttökate*. Käyttökate mittaa tulorahoituksen riittävyttä.

Virallisessa tuloslaskelmassa *liikevoitto (-tappio)* on ensimmäinen välitulos, joka kertoo, kuinka paljon varsinaisen liiketoiminnan tuotoista on jäljellä ennen rahoituseriä ja veroja. Oikaistussa tuloslaskelmassa liiketulos on tuloslaskelman välitulos, joka poikkeaa virallisen tuloslaskelman liikevoitosta (-tappiosta) tehtyjen oikaisujen määrällä. Näitä oikaisuja voivat olla mm. palkkaoikaisu.

*Liiketulos* tunnusluku soveltuu hyvin yksittäisen yrityksen taloudellisen kehityksen seuraamiseen ja saman toimialan sisäiseen vertailuun. *Nettotulos* saadaan, kun liiketulokseen lisätään tuloslaskelman rahoitustuotot ja vähennetään rahoituskulut ja verot. Nettotulos kuvaa omalle pääomalle jäävää korvausta. Jotta tuotantotoimintaa voidaan pitää kannattavana tulee yrityksen nettotuloksen olla positiivinen.

Kannattavuuden absoluuttinen mittari on voitto. Kokonaistuoton ja tuotantokustannuksen erotuksena saadaan euromääräistä kannattavuutta kuvaava *yrittäjänvoitto*. Yrittäjänvoitto tunnusluku korostaa omistajalähtöistä lähestymistapaa. Positiivinen yrittäjänvoitto kuvaa onnistumista tulostavoitteiden saavuttamisessa ja negatiivinen yrittäjänvoitto eli yrittäjätappio merkitsee epäonnistumista tulostavoitteiden toteutumisessa.



**Liite 2 (1/3).** Tihkukastelun tuotantokustannuslaskelmat, mansikka.

KUSTANNUSERÄ	MANSIKKATILAMALLI A					MANSIKKATILAMALLI B				
	MAT					MBT				
	Tihkukastelu tuotanto					Tihkukastelu tuotanto				
	Yksikkö- hinta	Määrä/ha /vuosi	Määrä/tila /vuosi	Kustannus €/tila/vuosi	Kustannus €/kg	Yksikkö- hinta	Määrä/ha /vuosi	Määrä/tila /vuosi	Kustannus €/tila/vuosi	Kustannus €/kg
TARVIKKEET										
kesanto, 2-vuotinen	2.95	10	9.4	28	0.00	2.95	20.00	15	44	0.00
- Korko keskim. 12 kk (IV-III)			5 %	1					2	
Taimet										
mansikka	0.14	7 500	28 125	3 823	0.13	0.17	10 000	100 000	13 593	0.17
- Korko 16 kk (IV-VII)			5.0%	255					906	
Lannoitteet										
- Vuotuislannoitus tihkun kautta		495	1 485	1 166	0.04		495	3 960	3 109	0.04
- Perustamisvuoden lannoitteet		404	1 514	389	0.01		404	4 038	1 038	0.01
Perustamisvuoden kalkitus		1 250	4 688	250	0.01		1 250	12 500	667	0.01
Y h t e e n s ä		2 149	7 687	1 805	0.06		2 149	20 498	4 814	0.06
- Korko keskim. 6 kk			5 %	45					120	
Kasvinsuojeluaineet										
- Vuotuinen kasvinsuojelu		12	36	2 147	0.07		12	96	5 725	0.07
- Perustamisvuoden kasvinsuojelu		1	5	43	0.00		1	14	116	0.00
Y h t e e n s ä		13	41	2 190	0.07		13	110	5 841	0.07
- Korko keskim. 6 kk			5 %	55					146	
Kauppakunnostustarvikkeet				2 100	0.07				5 600	0.07
- Korko 3kk (V-VII)			5 %	26					70	
Poltto- ja voiteluaineet										
- polttoöljy	0.30	208	624	188	0.01	0.30		1 467	442	0.01
- diesel	0.64	540	1620	1 041	0.03	0.64		2 430	1 562	0.02
- voiteluöljy	1.45	3	8	12	0.00	1.45		19	27	0.00
- Korko keskim 6 kk			5 %	31					51	

Konevuokrat										
- niitto	24.72	2.00	1.88	46	0.00	24.72	2.00	3	74	0.00
- kylvä	31.96	1.00	1.88	60	0.00	31.96	1.00	3	96	0.00
- traktorin vuokra	22.03	0.00	0	0	0.00	22.03	2.25	18	397	0.00
- Korko 11 kk (VI-IV)			5 %	5					26	
Työvaatteet, suojaimet yms (arviolta)				211	0.01				511	0.01
- Korko keskim. 6kk			5 %	5					26	
Myyntituotteiden ostorahdi	0.10		30 000	3 000	0.10	0.10		80 000	8 000	0.10
- Korko 0 kk			5 %	0					0	
TARVIKKEET yhteensä ilman korkoa				11 504	0.38				41 001	0.51
TYÖKUSTANNUS										
- viljelijäperheen työ	8.45	341	1024	8 652	0.29	8.45	245	1 961	16 561	0.21
- palkkatyö poiminta €/kg	1.05	10000	30 000	31 517	1.05	1.05	10000	80 000	84 045	1.05
Y h t e e n s ä				40 168	1.34			81 961	100 606	1.26
- Korko keskim (IV-VII) 4 kk			5 %	669					1 677	
YLEISKUSTANNUKSET				1 584	0.05				2 658	0.03
- Korko keskim 6kk			5 %	40					66	
LIIKEPÄÄOMA yhteensä				53 257	1.78				144 266	1.80
LIIKEPÄÄOMAN KORKO yhteensä			2.13	1 133	0.04				3 090	0.04
OMAISUUDESTA AIH. KUSTANNUKSET										
- rakennusten ja pitkäaikaisten tuotantotarvikkeiden poisto				3 160	0.11				6 076	0.08
- kone- ja kal.omaisuuden poisto				4 367	0.15				5 908	0.07
- salaojitusten poisto				169	0.01				414	0.01
- rakennusten korj. ja kunn.pito				506	0.02				697	0.01
- koneiden "				1 721	0.06				2 327	0.03
- maatilavakuutus				216	0.01				295	0.00
- Korko	5 %		70 226	3 511	0.12			122 243	6 112	0.08
Y h t e e n s ä				13 649	0.45				21 829	0.27
Tuotantokustannus yrittäjäperheen palkkavaatimus ml.				68 038	2.27				169 185	2.11
Tuotantokustannus ennen yrittäjäperheen palkkavaatimusta				59 387	1.98				152 624	1.91

**Liite 2 (2/3).** Tihkukastelun tuotantokustannuslaskelmat, herukka.

KUSTANNUSERÄ	HERUKKATILAMALLI A					HERUKKATILAMALLI B				
	Tihkukastelu tuotanto					Tihkukastelu tuotanto				
	Yksikkö- hinta	Määrä/ha /vuosi	Mää- rä/tila /vuosi	Kustannus € /tila/vuosi	Kustannus €/kg	Yksikkö- hinta	Määrä/ha / vuosi	Määrä/tila / vuosi	Kustan- nus € /tila/vuosi	Kustan- nus €/kg
TARVIKKEET										
kesanto, 2-vuotinen	2.95	10	9	28	0.00	2.95	10	15	44	0.00
- Korke keskim. 12 kk (IV-III)			0	1					2	
Taimet, herukka	0.50	513	1922	955	0.04	0.50	513	5125	2546	0.04
- Korke 16 kk (IV-VII)			5 %	64					170	
Lannoitteet										
- Vuotuislannoitus		300	900	814	0.03		300	2400	2170	0.03
- Perustamisvuoden lannoitteet		138	516	186	0.01		138	1375	496	0.01
Perustamisvuoden kalkitus		500	3750	183	0.01		500	10000	487	0.01
Yhteensä		938	5166	1183	0.05		938	13775	3154	0.05
- Korke keskim. 12 kk			5 %	59					158	
Kasvinsuojeluaineet										
- Vuotuinen kasvinsuojelu		4	13	1242	0.05		4	34	3313	0.05
- Perustamisvuoden kasvinsuojelu		2	8	298	0.01		2	22	794	0.01
Kasvinsuojelu yhteensä			21	1540	0.06		6	56	4107	0.06
- Korke keskim. 12 kk			5 %	77					205	
Kauppakunnostustarvikkeet				840	0.04				2240	0.04
- Korke 2 kk			5 %	7					19	
Poltto- ja voiteluaineet										
- polttoöljy	0.30	571	1712	516	0.02	0.30		4109	1239	0.02
- diesel	0.64	216	648	416	0.02	0.64		972	625	0.01
- voiteluöljy	1.45	7	22	32	0.00	1.45		53	77	0.00
- Korke keskim. 12 kk			5 %	48					97	
Konevuokrat										
- niitto	24.72	2	2	46	0.00	24.72	2	3	74	0.00

- kylvö	31.96	1	2	60	0.00	31.96	1	3	96	0.00
- herukan poimuri tukku + teollisuus	0.34		24000	8160	0.34	0.34		64000	21760	0.34
- poimuri, rahti poimintapaikalle				55	0.00				55	0.00
- Korko keskim. 12 kk			5 %	413					1097	
Työvaatteet, suojaimet yms				55	0.00				91	0.00
- Korko keskim. 12kk			5 %	3					5	
Myyntituotteiden ostorahdi	0.08		24000	1800	0.08	0.08		64000	4800	0.08
- Korko 0 kk			5 %	0					0	
TARVIKKEET yhteensä ilman				15686	0.65				40907	0.64
TYÖKUSTANNUS										
- viljelijäperheen työ	8.45	200	601	5077	0.21	8.45	155	1242	10489	0.16
- MYEL- ja MATA-maksut										
- palkkatyö	8.45	63	190	1605	0.07	8.45	63	503	4245	0.07
Yhteensä				6682	0.28			1744	14734	0.23
- Korko keskim (IV-VII) 4 kk			5 %	111					246	
YLEISKUSTANNUKSET				1584	0.07				2658	0.04
- Korko keskim 6kk			5 %	40					66	
LIIKEPÄÄOMA yhteensä				23951	1.00				58300	0.91
LIIKEPÄÄOMAN KORKO yhteensä				823	0.03				2064	0.03
OMAISUUDESTA AIH. KUSTANN.										
- rakennusten ja pitkäaikaisten										
tuotantotarvikkeiden poisto				514	0.02				514	0.01
- kone- ja kal.omaisuuden poisto				4653	0.19				5025	0.08
- salaojitusten poisto				169	0.01				414	0.01
- rakennusten korj. ja kunn.pito				143	0.01				143	0.00
- koneiden "				1798	0.07				1949	0.03
- maatilavakuutus				148	0.01				158	0.00
- Korko	5 %		65301	3265	0.14			108786	5439	0.08
Yhteensä				10690	0.45				13641	0.21
Tuotantokustannus yrittäjäperheen										
palkkavaatimus ml.				35465	1.48				74005	1.16
Tuotantokustannus ennen yrittäjä-										
perheen palkkavaatimusta				30388	1.27				63515	0.99

**Liite 2 (3/3).** Tihkukastelun tuotantokustannuslaskelmat, avomaankurkku.

KUSTANNUSERÄ	AVOMAANKURKKUTILAMALLI A AAT					AVOMAANKURKKUTILAMALLI B ABT				
	Tihkukastelu tuotanto					Tihkukastelu tuotanto				
	Yksikkö- hinta	Käyttö- määrä yks / ha	Määrä / tila / vuosi	Kustan- nus € / tila / vuosi	Kustan- nus €/kg	Yksikkö- hinta	Käyttö- määrä yks / ha	Määrä / tila / vuosi	Kustan- nus € / tila / vuosi	Kustan- nus €/kg
TARVIKKEET										
Taimet										
Avomaankurkku	0.08	27000	135000	10800	0.03	0.08	27000	270000	21600	0.03
- Korko 12 kk (V-IV)			5 %	540					1080	
Lannoitteet										
Lannoitteet yhteensä		1150	5750	2711	0.01		1150	11500	5422	0.01
Kalkki yhteensä		2000	10000	534	0.00		2000	20000	1067	0.00
- Korko 5 kk (V-IX)			5 %	68					135	
Kasvinsuojeluaineet										
- Rikkakasvit		4	20	441	0.00		4	40	882	0.00
- Taudit		3	15	684	0.00		3	30	1367	0.00
Kasvinsuojelu yhteensä		7	35	1125	0.00		7	70	2250	0.00
- Korko 5 kk (V-IX)			5 %	23					47	
Kauppakunnostustarvikkeet				0	0.00				0	0.00
- Korko 3kk (II-IV)			5 %	0					0	
Sähkö	0.07	440	2200	150	0.00	0.07	220	2200	150	0.00
sähkön perusmaksu	196		12	0	0.00	196		12	0	0.00
- Korko 6 kk (IX-II)			5 %	4					4	
Poltto- ja voiteluaineet										
- polttoöljy	0.30	688	3438	1037	0.00	0.30	700	7000	2111	0.00
- diesel	0.64	162	810	521	0.00	0.64	81	810	521	0.00
- voiteluöljy	1.45	9	44	64	0.00	1.45	9	90	131	0.00
- Korko 5 kk (V-IX)			5 %	34					58	
Työvaatteet				61	0.00				125	0.00
- Korko keskim. 6kk			0	2					3	

Myyntituotteiden ostopöytä	0.05		325000	16250	0.05			650000	32500	0.05
- Korko 2kk (III-IV)			5 %	135					271	
TARVIKKEET yhteensä ilman korkoa				33252	0.10				65876	0.10
TYÖKUSTANNUS										
- viljelijäperheen työ	8.45	391	1956	16519	0.05	8.45	196	1965	16595	0.03
- palkkatyö	8.45	559	2794	23600	0.07	8.45	673	6733	56871	0.09
Yhteensä				40646	0.13			8698	73466	0.11
- Korko keskim 6 kk			5 %	1016					1837	
YLEISKUSTANNUKSET				1906	0.01				6333	0.01
- Korko keskim 6kk			5 %	48					158	
LIIKEPÄÄOMA yhteensä				75804	0.23				145675	0.22
LIIKEPÄÄOMAN KORKO				1869	0.01				3592	0.01
OMAISUUDESTA AIH. KUSTANNUKSET										
- rakennusomaisuuden poisto				11192	0.03				22024	0.03
- kone- ja kal.omaisuuden poisto				7999	0.02				12745	0.02
- salaajitusten poisto				180	0.00				360	0.00
- rakennusten korj. ja				575	0.00				1051	0.00
- koneiden "				3364	0.01				5313	0.01
- maatilavakuutus				339	0.00				564	0.00
- Korko	5 %		114912	5746	0.02			201237	10062	0.02
Yhteensä				29396	0.09				52119	0.08
Tuotantokustannus yrittäjäperheen palkkavaatimus ml.				107069	0.33				201386	0.31
Tuotantokustannus ennen yrittäjäperheen palkkavaatimusta				90549	0.28				184792	0.28

### Liite 3 (1/3). Tihkukastelun omaisuusluettelo, mansikka.

	Koko	Hinta €	Jäännös- arvo, %	Poistoaika v	Poisto %	MAT Käytössä = X	MBT Käytössä = X
TRAKTORIT							
- teholuokka, kW	45	19100	10 %	15	14 %	X	X
MAANMUOKKAUSKONEET ym.							
Aurat:							
- puoliaut, laukaisul.	2 x 14	2200	10 %	12	18 %	X	X
Äkeet:							
- joustopiikkiäes, työlev. m	2,8-3,5	2100	10 %	12	18 %	X	X
Jyrät:							
- nostolaitejyrä, työlev. m	3-4	1900	10 %	12	18 %	X	X
Lannoitteenlevittimet:							
- pintalevitin	200-500 l	900	10 %	12	18 %	X	
- pintalevitin	600-800 l	1900	10 %	12	18 %		X
Kasvinsuojeluruiskut							
- kasvinsuojeluruisku	alle 500 l	2200	10 %	12	18 %	X	
- kasvinsuojeluruisku	750-900 l	5800	10 %	12	18 %		X
PERÄVAUNUT							
- kippiperävaunu, kantavuus tn	6	2500	10 %	12	18 %	X	X
ERIKOISVILJELYKONEET							
- kaksoiskelajyrain	145 cm	8200	10 %	12	18 %		X
- yksinkert.kelajyrain	160-180 cm	2600	10 %	12	18 %	X	
- pottiputki	1-rivinen,potti	86	10 %	12	18 %	X	X
- taimivakka		45	10 %	12	18 %	X	X
- käytävien ruohonleikkuri		1650	10 %	12	18 %	X	X
- mansikkaharja	1-rivinen	950	10 %	12	18 %	X	X
- mansikan muovinlevitys- ja penkin- tekokone		2600	10 %	12	18 %	X	X
- lannoitteen sekoittajat	284l/h	1018	10 %	12	18 %	X	X
- hiekkasuodatin	20-25m3/h	1721	10 %	12	18 %	X	X

- MTD pumppu	11 kw, 14,4-54 m3/h	1518	10 %	12	18 %	X	X
- HP ohjauskeskus tihkun automa- tisointiin		260	10 %	12	18 %		X
- lamelli	25 m3/h, 2"	180.33	10 %	12	18 %	X	X
- magneettiventtiileitä ja muita tarviki- keita		1098.36	10 %	12	18 %	X	X
- mansikan hallantorjuntakalusto 8 ha		15000	10 %	12	18 %		X
- mansikan hallantorjuntakalusto 3 ha		6500	10 %	12	18 %	X	
- mansikkapuomisto 5-rivinen kasvin- suojeluruiskuun		850	10 %	12	18 %		X
- mansikkapuomisto 3-rivinen kasvin- suojeluruiskuun		670	10 %	12	18 %	X	
- reppuruisku	20 l	147.54	10 %	9	22 %	X	X
- painepesuri		1300	10 %	9	22 %	X	X
KÄSITYÖVÄLINEET		400	0 %	2	50 %	X	X
SADONKÄSITTELYKONEET JA - LAITTEET							
- vaaka	50 kg	600	10 %	9	22 %	X	X
- vaaka	30 kg	750	10 %	9	22 %	X	X
PAKETTIAUTO							
- pakettiauto käytetty		14700	10 %	12	18 %	X	X



### Liite 3 (2/3). Tihkukastelun omaisuusluettelo, herukka.

	Koko	Hinta €	Jäännös- arvo, %	Poistoaika v	Poisto %	HAT Käytössä = X	HBT Käytössä = X
TRAKTORIT, teholuokka, kW	45	19100	10 %	15	14 %	X	X
MAANMUOKKAUSKONEET ym.							
Aurat:							
- puoliaut, laukaisul.	2 x 14	2200	10 %	12	18 %	X	X
Äkeet:							
- joustopiikkiäes, työlev. m	2,8-3,5	2100	10 %	12	18 %	X	X
Lannoitteenlevittimet:							
- pintalevitin	200-500 l	900	10 %	12	18 %	X	X
PERÄVAUNUT, kippiperävaunu, kantavuus tn	6	2500	10 %	12	18 %	X	X
ERIKOISVILJELYKONEET							
- multauslaite traktoriin		600	10 %	12	18 %	X	X
- pyöränsuojat traktoriin		260	10 %	12	18 %	X	X
- oksaleikkuri		5500	10 %	12	18 %	X	X
- herukan istutuskone		1500	10 %	12	18 %	X	X
- käytävien ruohonleikkuri		3098	10 %	12	18 %	X	X
- runkolinja	110 mm, 300 m	588	10 %	12	18 %	X	
- jakolinja	63mm, 300 m	148	10 %	12	18 %	X	
- sumuruisku		4918	10 %	12	18 %	X	X
- tihkulaitteisto herukalle 8 ha		11866	10 %	12	18 %		X
- lannoitteen sekoittajat	284 l/h	1018	10 %	12	18 %	X	
- hiekkasuodatin	20-25 m <sup>3</sup> /h	1721	10 %	12	18 %	X	
- MTD pumppu	11 kw 14.4-54 m <sup>3</sup> /h	1518	10 %	12	18 %	X	
- lamelli	25 m <sup>3</sup> /h, 2"	180.33	10 %	12	18 %	X	
- magneettiventtiileitä ja muita tarvikkeita		1098.36	10 %	12	18 %	X	
- reppuruisku	20 l	147.54	10 %	9	22 %	X	X
- painepesuri		1300	10 %	9	22 %	X	X
KÄSITYÖVÄLINEET		400	0 %	1	100 %	X	X
SADONKÄSITTELYKONEET JA -LAITTEET							
- vaaka	50 kg	0	10 %	9	22 %	X	X
PAKETTIAUTO, käytetty		14700	10 %	12	18 %	X	X

### Liite 3 (3/3). Tihkukastelun omaisuusluettelo, avomaankurkku.

	Koko	Hinta €	Jäännös- arvo, %	Poistoaika v	Poisto %	AAT Käytössä = X	ABT Käytössä = X
<b>TRAKTORIT</b>							
- teholuokka, kW	45	19100	10 %	15	14 %	X	X
- teholuokka, kW	55	25200	10 %	15	14 %	X	
<b>MAANMUOKKAUSKONEET ym.</b>							
Aurat:							
- nostol. autom	3 x 16	4200	10 %	12	18 %	X	X
Äkeet:							
- joustopiikkiäes, työlev. m	2,8-3,5	2100	10 %	12	18 %	X	X
Lannoitteenlevittimet:							
- puhallinlevitin	1000 l	3200	10 %	12	18 %		
Kasvinsuojeluruiskut							
- kasvinsuojeluruisku	alle 500 l	2200	10 %	12	18 %	X	
- kasvinsuojeluruisku	750-900 l	5800	10 %	12	18 %		X
<b>PERÄVAUNUT</b>							
- kippiperävaunu, kantavuus tn	8	3500	10 %	12	18 %	X	X
- kippiperävaunu, kantavuus tn	10	4800	10 %	12	18 %	X	
- kippiperävaunu, kantavuus tn	8,5 tn	8900	10 %	12	18 %		X
Kuormaimet:							
- etukuormaaja	kevyt	5400	10 %	12	18 %	X	X
<b>ERIKOISVILJELYKONEET</b>							
- tasojyrsin, työleveys m	2.5	6200	10 %	12	18 %	X	X
- istutuskone avomaankurkku	1-rivinen	4000	10 %	12	18 %	X	
- istutuskone avomaankurkku	3-rivinen	9500	10 %	12	18 %		X
- penkintekokone+ muovi+tiikku	1-rivinen	2600	10 %	12	18 %	X	
- penkintekokone+muovi+tiikku	3-rivinen	5500	10 %	12	18 %		X
- hallantorjunta 10 ha kurkulle		18750	10 %	12	18 %		X
- hallantorjunta 5 ha kurkulle		9375	10 %	12	18 %	X	
- lannoitteen sekoittajat	284l/h	1018	10 %	12	18 %	X	X
- hiekkasuodatin	20-25m3/h	1721	10 %	12	18 %	X	X

- MTD pumppu	11 kw 14.4-54 m3/h	1518	10 %	12	18 %	X	X
- HP ohjauskeskus tihkun automa- tisointiin		260	10 %	12	18 %	X	X
- lamelli	25 m3/h, 2"	180.33	10 %	12	18 %	X	X
- magneettiventtiileitä ja muita tarviki- keita		1098.36	10 %	12	18 %	X	X
KÄSITYÖVÄLINEET		400	0 %	7	100 %	X	X
SADONKÄSITTELYKONEET ja - LAITTEET							
- kurkkukorjuulavetti	7-11 poimijaa	33000	10 %	12	18 %	X	X
- kurkkukasvuston hävityssilppuri		4000	10 %	12	18 %	X	X
- muovin ja tihkuletkun kerääjä		2500	10 %	12	18 %	X	X
PAKETTIAUTO							
- pakettiauto käytetty		130	10 %	12	18 %	X	X

---

## Maa- ja elintarviketalous –sarjan kasvintuotantoteemassa ilmestyneitä julkaisuja

### 2004

- 46 Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla. Viljely, teknologia ja talous. *Suojala, T. ym.* 134 s. Hinta 25 euroa.
- 42 Kiinalaisten ja uhanalaisten rohdoskasvien viljelymahdollisuudet Suomessa. *Jokela, K & Galambosi, B.* 31 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/met/pdf/met42.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met42.pdf)).
- 41 Perunantyyvi- ja märkämädän epidemiologia, diagnostiikka ja hallintakeinot. *Hannukkala, A. & Segerstedt, M. (toim.).* 58 s. Hinta 20 euroa.

### 2003

- 37 Adaptogeenikasvien viljelytutkimus ja käyttö Suomessa. Ruusujuuri-seminaari, Mikkeli, 18.6.2002. *Galambosi, B. (toim.).* 106 s. Hinta 25 euroa.
- 26 Luomumansikan viljelytekniikka ja kasvinsuojelu. Kirjallisuusselvitys. *Prokkola ym.* 160 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/met/pdf/met26.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met26.pdf)).
- 17 Uhanalaisten lääkekasvien markkinat ja viljely: Kirjallisuusselvitys. *Galambosi, B. & Jokela, K.* 88 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/met/pdf/met17.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met17.pdf)).
- 15 Lietelannan käyttö nurmikierrossa. *Mattila, P. (toim.).* 80 s. Hinta 20 euroa.
- 9 Kestorikkakasvit kevätiljantutuotannon uhkana. *Lötjönen, T. ym.* 115 s. Hinta 25 euroa.
- 3 Uuden perunaruton epidemiologia ja kemiallinen torjunta. *Kurppa, A. & Segerstedt, M. (toim.).* 66 s. Hinta 20 euroa.
- 1 Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. *Pahkala, K. ym.* 20 s. Hinta 15 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta  
[www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html](http://www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html).

