



Sadonkorjuu

Tutkittua puutarhatuotantoa 2003–2005

Harvest

Horticultural Research Results 2003–2005

Saila Karhu (toim. *ed.*)



MTT:n selvityksiä 139
100 s.

Sadonkorjuu

Tutkittua puutarhatuotantoa 2003–2005

Harvest

Horticultural Research Results 2003–2005

Saila Karhu (toim. ed.)

ISBN 978-952-487-095-5 (Painettu *Printed version*)

ISBN 978-952-487-096-2 (Verkkajulkaisu *Electronic version*)

ISSN 1458-509X (Painettu *Printed version*)

ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu *Electronic version*)

www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts139.pdf

Copyright

MTT, Agrifood Research Finland

Saila Karhu (toim. *ed.*)

Julkaisija ja kustantaja *Publisher*

MTT Kasvintuotannon tutkimus, puutarhatuotanto *MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Horticulture* Toivonlinnantie 518, FI-21500 Piikkiö

Jakelu ja myynti *Distribution and sale*

MTT Tietohallinto *MTT Information management*, FI-31600 Jokioinen

Puhelin *tel.* +358 3 4188 2327

sähköposti *email* julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi *Published in*

2007

Kannen kuva *Cover picture*

Liisa Särkkä, MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Painopaikka *Printed in*

Dark Oy

Sadonkorjuu – Tutkittua puutarhatuotantoa 2003–2005

Saila Karhu (toim.)

MTT Kasvintuotannon tutkimus, Puutarhatuotanto, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, saila.karhu@mtt.fi

Tiivistelmä

MTT Puutarhatuotannon tutkimuskohteet kattavat suomalaisen puutarha-alan tärkeimmät tuotantosunnat. Vuosina 2003–2005 kehitettiin ympärivuotisen kasvihuonetuotannon mahdollistavia menetelmiä. Kasvuston alaosien valotusta hyödyntämällä pystyttiin lisäämään vihannesten tuotannon tehokkuutta. Lisäksi uudentyypisellä kasvihuoneiden jäähdytysmenetelmällä voitiin lisätä satotasoja, ja useat uudet turvepohjaiset kasvualustat osoitettiin mahdollisiksi viljelyssä. Avomaan vihannesten ja marjojen tutkimuksessa määritettiin parhaat lannoitus- ja kastelutasot. Vihannesten kuluttajalaadun kehittäminen toteutettiin yhdessä tuottaja-, kauppa- ja teollisuusosapuolten kanssa. MTT:n jalostusohjelmasta nimettiin uusi mansikkalajike, ja viljelykokeessa testattiin mansikan ajoitettuun sadontuotantoon parhaiten sopivia lajikkeita. Kasvien sisältä eristetyn bakteerikannan osoitettiin vaikuttavan mansikan sienitautikestävytyteen liittyviin puolustusmekanismeihin. Mykorrhizasienistä kehitettiin kasvien kasvua parantava kaupallinen tuote, Myko-Ympäri. Myös omajuuristen omenapuulajikkeiden kaupallinen tuotanto aloitettiin. Laajat, monivuotiset puuvartisten viherrakentamisen kasvien testaus- ja valintatutkimukset saatiin päätökseen, ja uusia FinE®-rekisteröityjä lajikkeita nimettiin. Puuvartisten maanpeitekasvien testaus johti suosituksiin parhaista taimityypeistä ja lajikkeista. Laaja perennasukujen tutkimus julkisten viheralueiden tarpeisiin aloitettiin usealla paikkakunnalla. Puutarhakasvien geenivarojen säilytysvarmuuden lisäämiseksi kehitettiin ja otettiin käyttöön kasvullisten solukoiden syväjäähdytysmenetelmä.

Avainsanat: avomaaviljely, geenivarat, jalostus, koristepensaat, kasvihuoneviljely, koristekasvit, lajikkeet, marjakasvit, omena, puutarhakasvit, puutarhatiede, tutkimus, vihannekset

Harvest – Horticultural Research Results 2003–2005

Saila Karhu (ed.)

MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Horticulture, Toivonlinnantie 518, FI-21500 Piikkiö, Finland, saila.karhu@mtt.fi

Abstract

The research conducted by MTT Agrifood Research Finland, Horticulture, covers all the principal sectors of the horticultural industry in Finland. Research on the year-round greenhouse production was intensive in the period of 2003–2005, resulting in potential new methods for commercial application. The inventive use of interlighting was shown to improve the production efficiency of greenhouse vegetables. A novel direct air-water heat exchanger cooling system increased yields, and several different peat-based growing media were tested and proved to be suitable in greenhouse environment. Research on outdoor vegetable and berry species facilitated the determination of irrigation and fertilization regimes feasible in Finnish growing conditions. In consumer-oriented studies, a number of varieties of outdoor vegetables were tested, aiming at enhanced quality of products. One new strawberry variety bred by MTT was released for cultivation, and certain varieties were tested for extended-season strawberry production. A bacterial endophyte inoculated in strawberry plants was shown to play a role in the resistance to fungal pathogens. To improve plant development, a peat-based mycorrhizal product, Myko-Ympäri, was devised. The production of own-rooted apple trees was initiated. An extensive series of experiments upon woody perennials was completed, resulting in the introduction of several FinE® registered varieties. The research on woody ground-covering plants, tested in different areas in Finland, resulted in recommendations for plant types and most suitable species for different environments. Perennial flower research was initiated to respond to the demands of public landscaping. A novel method, cryopreservation, was introduced for long-term preservation of genetic resources of horticultural plants.

Keywords: berries, fruits, genetic resources, greenhouse production, field production, horticulture, horticultural plants, ornamentals, research, varieties, vegetables

Sisällysluettelo

1 MTT:n puutarhatutkimus suomalaisen puutarhatuotannon tukena	9
2 Kasvihuonetuotanto	10
2.1 Kasvuston alaosan valotus edistää tomaatin ja paprikan ympärivuotista tuotantoa	10
2.2 Kasvuston valo-olojen tasoittaminen tehostaa kurkunviljelyä	12
2.3 Väli-istutuksella jatkuvaan tomaattituotantoon	14
2.4 Kasvihuoneen jäähdytys kesällä – ensimmäiset tulokset	16
2.5 Leikkogerberan pitkäaikainen viljely turvepohjaisessa kasvualustassa	17
2.6 Kasvualustan biofungisidikäsitteily leikkogerberan viljelyssä.....	19
2.7 Leikkoruusun ja leikkogerberan integroitu kasvinsuojelu	20
2.8 Isokukkaisen leikkoruusun taittaminen ja korjuukorkeus viljelyn alussa	21
2.9 Ruukkukasvien ja astiataimien kasvualustakokeet.....	23
2.10 Kasvihuonekurkun haihduntavian havaitseminen infrapunalämpömittauksella ...	24
3 Marja- ja hedelmätuotanto.....	25
3.1 Mansikkauutuudet: Kaunotar-varhaislajike ja Kulkuri-koejaloste.....	25
3.2 Mansikkalajikkeita ajoitettuun sadontuotantoon	26
3.3 Esikasvin ja turvelisäyksen vaikutus maan laatuun mansikanviljelyssä	28
3.4 Mansikan satotaso kohoaa kastelun lisääntyessä	30
3.5 Mansikan voimakas lannoitus on riskinottoa	31
3.6 Mustaherukka hyötyy kastelulannoituksesta ja runsaasta kastelusta	33
3.7 Voimakas kastelu heikentää vadelman talvehtimistä	34
3.8 Mansikan sienitautien kestävyuden vahvistaminen endofyyttisellä bakteerilla	35
3.9 Kotimaisen pensasmustikan kukkien hallankestävyys.....	38
3.10 Omajuuriset omenapuut.....	38
4 Vihannestuotanto	40
4.1 Avomaankurkkua tehokkaasti tarkalla viljelytekniikalla	40
4.2 Teollisuuden jäähdytysveden käyttö kylmänarkojen kasvien viljelyssä	41
4.3 Tarhaherneen fyysikaalinen rikkakasvintorjunta	42
4.4 Vihannesten lajikevalintaa käyttötarkoituksen mukaan	45
5 Viherrakentaminen ja taimituotanto	47
5.1 Uusia FinE®-kasveja.....	47
5.2 Laatuksasveja viherrakentamiseen.....	49

5.3 Pensaspajuja maisemointiin	50
5.4 Löytöruusujen kauneus kestää	52
5.6 Maanpeitekasvien peittävyiden arviointi eri menetelmillä	53
5.7 Saskatoon monikäyttökasvina	54
5.8 Pohjoisamerikkalaisten lehtipuiden menestyminen Etelä-Suomessa.....	55
6 Puutarhakasvien geenivarat.....	57
6.1 Syväjäädäytysmenetelmä geenivarojen pitkäaikaissäilytyksessä.....	57
6.2 Puutarhakasvien kansallisten geenivarojen säilytys.....	58
6.3 Suomalaisissa piparjuurissa C-vitamiinin ja glukosinolaattien pitoisuuksissa suuria eroja	60

Contents

7 MTT Horticulture supports the horticultural industry in Finland	61
8 Greenhouse production.....	62
8.1 Interlighting improves the production efficiency of tomato and sweet pepper.....	62
8.2 Interlighting improves cucumber production	64
8.3 Interplanting – a feasible method for continuous tomato production.....	65
8.4 Greenhouse cooling in summer – preliminary results	66
8.5 Long-term cultivation of cut gerbera in peat based growing media.....	67
8.6 Biofungicide treatments of the growing medium for gerbera	68
8.7 Plant protection in cut rose and cut gerbera	68
8.8 Different bending and harvesting heights during the first cultivation year of rose plants with big-sized flowers.....	69
8.9 Growing media for pot and container plants	70
9 Fruit production	72
9.1 Novelties to strawberry assortment: the early variety Kaunotar and the tryout selection Kulkuri	72
9.2 Strawberry varieties for extended harvest season	73
9.3 Impact of preceding crop and peat amendment in strawberry field	74
9.4 Increased irrigation enhances strawberry yield	76
9.5 Abundant fertilization of strawberry is gambling	76
9.6 Blackcurrant gains benefit from fertigation and intensive irrigation	77
9.7 Excessive irrigation decreases red raspberry overwintering	78
9.8 Endophytic <i>Pseudomonas fluorescens</i> provides resistance to fungal pathogens in strawberry	79
9.9 Frost tolerance of the flowers of half-high bush blueberry	80
9.10 Micropropagated apple cultivars	80
10 Vegetable production.....	82
10.1 Efficient production of pickling cucumber.....	82
10.2 Industrial cooling water utilization in growing plants sensitive to cold.....	83
10.3 Physical weed control of garden pea	84
10.4 Optimal vegetable cultivars for various purposes	84
11 Landscaping plants and nursery production	86
11.1 New FinE [®] plants	86

11.2 Quality plants for landscaping.....	87
11.3 Willows for landscaping	88
11.4 Hardy and attractive find roses.....	90
11.5 A new start for perennial flowers.....	90
11.6 Assessment of canopy coverage of woody ground-covering plants	91
11.7 Saskatoon is a multipurpose plant.....	92
11.8 North American deciduous trees in Southern Finland	92
11.9 Mycorrhiza commercialized in Finland	93
12 Genetic resources of horticultural crops.....	94
12.1 Cryopreservation in the long-term preservation of genetic resources.....	94
12.2 Preservation of national genetic resources of horticultural crops	95
12.3 Finnish horse radish strains contain different amounts of glucosinolates and vitamin C.....	96
13 Henkilökunta Personnel 2003–2005	97

1 MTT:n puutarhatutkimus suomalaisen puutarhatuotannon tukena

Risto Tahvonen

Suomalainen puutarhatuotanto on joutunut sopeutumaan EU-aikana tuotannollisesti ja taloudellisesti kansainväliseen kilpailuun. Tuotteiden hintojen lasku ei ole ollut niin voimakasta kuin maatalouskasvien, ja kuluttajien puutarhatuotteiden käyttö on lisääntynyt samanaikaisesti. Kuluttajat arvostavat suomalaisia puutarhatuotteita, erityisesti kasvihuonevihanneksista maksetaan korkeampaa hintaa kuin ulkomaisista. Tästä syystä puutarhatuotteiden taloudellinen arvo on noussut jo ohi perinteisten peltokasvien arvon. Taimistotuotanto ja viherrakentaminen ovat elintason noustessa voimakkaimmin kehittyvä sektori, jonka perusedellytyksenä ovat Suomen ilmastoon sopeutuneet monivuotiset kasvit. Kotimaisella taimistotuotannolla on vahva osuus kokonaismarkkinoista.

MTT Puutarhatuotannon tutkimus on kohdistunut tutkimusjaksolla 2003–2005 taloudellisesti merkittävien ja potentiaalisten uusien tuotantokasvien nykyaikaisten tuotantomethodien kehittämiseen sekä Suomessa menestyvien kasvilajien ja lajikkeiden jalostukseen ja valintaan. Tutkimuksessa onkin saavutettu merkittäviä edistysaskeleita puutarhaelinkeille.

Kasvihuoneviljelyyn on kehitetty tutkimusjakson aikana ympärivuotinen tuotanto tomaatille ja paprikalle sekä välivalotusmenetelmät valon paremmaksi hyödyntämiseksi kurkulle, tomaatille ja paprikalle. Hedelmä- ja marjakasvien tarkennettu kastelu ja lannoitus tiheuskastelun avulla ovat tutkimuksellisesti valmiita ja sovellettavissa käytäntöön. Mansikan, herukan ja pensasmustikan jalostuksen tulokset ovat jo hyödyntämässä käytännön viljelyä ja lähitulevaisuudessa on odotettavissa erityisesti herukoista ja mansikasta lukuisia uusia lajikkeita. Viherrakentamisen tutkimuksessa on tavoitteena hakea Suomen oloihin koristeellisia ja menestyviä lajeja ja lajikkeita. Tutkimusjakson aikana on ollut pääpaino puuvartisissa maanpeittokasveissa ja ruusuissa, joista onkin tulossa merkittävä joukko uusia lajikkeita tuotantoon.

MTT Puutarhatuotannon johdolla määriteltiin vuonna 2004 yhdessä Helsingin yliopiston, puutarhajärjestöjen ja Maa- ja metsätalousministeriön kanssa puutarhatutkimukseen tärkeät avainkohteet. Tämän mietinnön perusteella käynnistyi seuraavana vuonna joukko uusia tutkimuksia, joilla on myös näkyvä rooli MTT Puutarhatuotannossa tulevalla tutkimusjaksolla. Näitä tutkimuskohteita ovat suljettu kasvihuone, perennatutkimus, avomaavihannesten kuluttajalaatu, mansikan endogeeniset bakteerit ja vadelman kasvun hallinta.

2 Kasvihuonetuotanto



2.1 Kasvuston alaosan valotus edistää tomaatin ja paprikan ympärivuotista tuotantoa

Juha Näkkilä & Tiina Hovi-Pekkanen

Tekovalotukseen käytetyn sähkön osuus tuotantokustannuksista on tomaatilla noin yksi neljäsosa. Nykyisillä sähkön hinnoilla viljelijä miettii tarkkaan, miten tekovalotuksesta saadaan paras tuotto. Valaisimet asennetaan yleensä kasvuston yläpuolelle kasv rivien väleihin, jolloin saadaan runsas valaistus kasvuston yläosaan ja valaisimen etäisyyden kasvun myötä heikkenevä valaistus riviväliin. Useita metrejä korkeassa kasvustossa, jollaisia tomaatti ja paprika ovat, kaikki lehdet eivät kuitenkaan pysty valon vähyyden vuoksi yhteyttämään tehokkaasti. Kasvuston yläosassa valoa on runsaasti, kun taas alaosassa valoa on niukasti.

Vuosina 2003–2005 Piikkiössä tehdyissä tutkimuksissa tavanomaista valotustapaa, jossa kaikki valaisimet on sijoitettu kasvuston yläpuolelle, verrattiin tapaan, jossa osa valaisimista on sijoitettu alemmas kasvuston riviväleihin (välivalo). Tomaattilajike oli 'Encore' ja paprikalajike 'Solution'. Suurpainenaatriumvalaisinten asennusteho oli 170 W m^{-2} kaikilla koejäsenillä. Välivalojen osuus asennustehosta oli 50 %, ja tekovaloa annettiin 400 watin polttimoilla. Tomaatilla valojakson pituus oli 18 ja paprikalla 16 h vrk^{-1} . Valaisimet samuivat, kun kokonaissäteily kasvihuoneen ulkopuolella ylitti $214\text{--}286 \text{ W m}^{-2}$.

Välivalolla tomaatin kokonaissato oli keväällä keskimäärin 30 % ja kesällä 8 % suurempi kuin tavanomaisella valotuksella (Taulukko 1). Välivalo lisäsi hedelmien lukumäärää keväällä ja kesällä sekä hedelmien keskipainoa keväällä. Keväällä välivalo tehosti sähköenergian käytön tehokkuutta, sillä välivalolla valotukseen käytetyllä kilowattitunnilla saatiin 29 % enemmän satoa kuin tavanomaisella valotustavalla. Kesällä valotustavan vaikutus sähköenergian käytön tehokkuuteen oli pieni. Vuoden 2003 esikokeissa välivalo lisäsi Espero-tomaattilajikkeen satoa vuodenajasta riippuen keskimäärin 6–23 % tavanomaiseen valotukseen verrattuna, kun käytetty sähköenergiamäärä oli molemmilla valotustavoilla sama.

Taulukko 1. Tomaatti- ja paprikakasvustojen sadonkorjuujaksot sekä valotustavan vaikutus satoon, ensimmäisen luokan hedelmien keskikokoon ja sähköenergian käytön tehokkuuteen (kokonaissadon määrän suhde valotusenergiamäärään).

Table 1. The cropping periods of tomato and sweet pepper plantings (dd.mm.yyyy), and the effect of lighting regime on yield, the mean weight of 1st class fruits and electricity efficiency (total yield per lighting energy).

Laji <i>Species</i>	Satojakso <i>Cropping period</i>	Valotustapa <i>Lighting regime</i>	Kokonaissato <i>Total yield</i>		1. luokan sato <i>Class 1 yield</i>		Sähkön käytön tehokkuus <i>Electricity efficiency</i> (g kWh ⁻¹)
			(kg m ⁻²)	(kpl m ⁻²) (pc m ⁻²)	(kg m ⁻²)	(g kpl ⁻¹) (g pc ⁻¹)	
Tomaatti <i>Tomato</i>	19.01.2005- 25.04.2005	Tavanomainen <i>Top lighting</i>	20.5	304.6	18.5	72	57.1
		Välivaloa 50 % <i>Top + inter- lighting 50%</i>	26.6	368.0	23.8	78	73.8
Tomaatti <i>Tomato</i>	25.05.2005- 03.10.2005	Tavanomainen <i>Top lighting</i>	31.8	435.7	27.8	75	114.9
		Välivaloa 50 % <i>Top + inter- lighting 50%</i>	34.5	467.0	29.8	76	117.2
Paprika <i>Sweet pepper</i>	04.02.2004- 23.09.2004	Tavanomainen <i>Top lighting</i>	20.1	142.5	15.9	151	33.9
		Välivaloa 50 % <i>Top + inter- lighting 50%</i>	24.7	167.8	19.0	156	41.6

Välivalo lisäsi paprikan kokonaissatoa keskimäärin 23 % ja ensimmäisen luokan satoa 15 % tavanomaiseen valotukseen verrattuna (Taulukko 1). Välivalo lisäsi hedelmien lukumäärää 18 % ja kasvatti hieman hedelmän keskipainoa. Välivaloista saatavan hyödyn kannalta satokausi jakaantui kahteen osaan. Kesäkuun loppupuolelle asti paprika hyötyi selvästi välivalosta, mutta tämän jälkeen satoa saatiin kummastakin valotustavasta yhtä paljon. Kesäkuussa 21 satoviikon jälkeen paprikan sato oli välivalossa vielä yli 40 % korkeampi kuin tavanomaisen valotustavan. Vuonna 2003 tehdyssä esikokeessa tulos oli samankaltainen. Välivalo lisäsi paprikalla sähköenergian käytön tehokkuutta 27 % tavanomaiseen valotukseen verrattuna.

Tomaatin ja paprikan tulokset valotustavan vaikutuksesta eri vuodenaikoina ovat samansuuntaiset kuin kurkulla. Välivalo on tehokas vähäisen luonnonvalon aikaan talvella ja keväällä. Luonnonvalon lisääntyessä ja tekovalojen käytön vähentyessä valotustavalla ei ole niin suurta vaikutusta satoon tai energian käytön tehokkuuteen.

Lisätietoja:

Hovi, T. 2003. Alavalostako talvipaprikan pelastaja. Puutarha&kauppa 7, 2003/47: 4-5.

Hovi, T. 2003. Vinterodling av paprika med hjälp av underbelysning. Trädgårdsnytt 57, 2003/19: 21-22.

Hovi, T. & Hellstén, E. 2005. Alavalo sopii paprikalle. Puutarha&kauppa 15: 14-15.

Hovi, T. & Hellstén, E. 2005. Nedsänkta armaturer passar för paprika. Trädgårdsnytt 59, 2005/6: 12-13.

Hovi, T., Näkkilä, J., & Tahvonen, R. 2005. Økt produksjon av paprika med mellombelysning. Gartneryrket 103, 2005/8: 13.

Hovi-Pekkanen, T., Näkkilä, J. & Tahvonen, R. Increasing productivity of sweet pepper with inter-lighting. Acta Horticulturae 711. (Painossa).

Näkkilä, J. & Muranen, M. 2003. Tomaattikasvuston alaosan valotuksen vaikutuksia tutkittu. Puutarha&kauppa 7, 2003/35: 11-12.

Näkkilä, J. & Muranen, M. 2003. Vilken effekt har belysning av den nedre delen av tomatbeståndet? Trädgårdsnytt 57, 2003/14: 10-12.

Näkkilä, J. & Muranen, M. 2005. Alavalo tehostaa tomaattituotantoa vähävaloisaan aikaan. Puutarha&kauppa 9, 2005/49: 4-5.

2.2 Kasvuston valo-olojen tasoittaminen tehostaa kurkunviljelyä

Tiina Hovi-Pekkanen

Vuonna 2002 alkaneessa hankkeessa ”Kasvihuonevihannesten yhteyttämisen tehostaminen ympärivuotisessa tuotannossa” selvitettiin valotustavan ja välivalon määrän vaikutusta kasvihuonekurkun satoon ja sadon laatuun. Tutkimuksessa pyrittiin parantamaan kasvuston alaosan säteilyolosuhteita sijoittamalla osa perinteisesti kasvuston yläpuolella olevista valaisimista alemmas riviväleihin. Vuoden kestäneen tutkimuksen aikana viljeltiin kolme Cumuli-lajikkeen kurkkukasvustoa. Kokeessa tavanomaista valotusta, jossa valaisimet olivat latvan yläpuolella, verrattiin valotustapoihin, joissa 24 % ja 48 % valaisimista oli laskettu riviväliin noin 1,3 metrin korkeudelle.

Tekovalojakson pituus oli 20 tuntia vuorokaudessa (kello 04–24) ja asennusteho tavanomaisella valotuksella 170 W m^{-2} ja välivalo-koejäsenillä 163 W m^{-2} . Ylä- ja välivalojen erilaisesta käyttötavasta johtuen tekovaloenergian kulutus oli välivalolla keväällä ja kesällä hieman suurempi kuin tavanomaisella valotuksella. Satoa poimittiin kolmesti viikossa.

Välivalot lisäsivät koko vuoden satoa, mutta alavalon määrällä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kokonaissadon määrään. Vuoden kestäneen viljelyn aikana saatiin tavanomaisella valotuksella kokonaissatoa merkitsevästi vähemmän kuin välivalotusta käyttäen (Kuva 1). Sadonlisä muodostui hedelmänpainon lisääntymisestä, sillä välivalojen käyttö ei lisännyt tilastollisesti merkitsevästi kappalemääräistä kokonaissatoa. Välivalon satoa lisäävän vaikutuksen määrä ja siten tekovaloenergian käytön tehokkuus vaihteli viljelyajankohdasta riippuen; kesällä välivaloista saatava hyöty oli vähäisin. Tehokkaimmin valotukseen käytetyn energian hyödynsi 24 %:n välivalo ja huonoimmin tavanomainen valotus. Yhtä valotukseen käytettyä kilowattituntia kohti saatiin tavanomaisella valotuksella koko vuonna kokonaissatoa keskimäärin 120 g, 24 %:n välivalolla 130 g ja 48 %:n välivalolla 127 g.

Valo-olosuhteiden tasaaminen vaikutti sadon määrän lisäksi myös hedelmien laatuun. Ensimmäisen luokan sato lisääntyi ja kauppakelvottomien hedelmien määrä puolestaan vähentyi välivalossa (Kuva 1). Välivalot lisäsivät hedelmän kuoren lehtivihreäpitoisuutta viljelyajankohdasta riippumatta ja välivalossa kasvaneet hedelmät olivat myös silminnähtävästi vihreämpiä kuin tavanomaisen valotuksen hedelmät. Mitä enemmän oli välivaloa, sitä vihreämpiä olivat hedelmät. Hedelmien säilyvyys oli hyvä kaikilla koejäsenillä. Ensimmäiset laatumuutokset havaittiin aikaisintaan yhdeksän vuorokauden kuluttua ja ensimmäiset kauppakelvottomat hedelmät aikaisintaan 14 vuorokauden kuluttua varastoinnin aloituksesta. Välivalojen käyttö pidensi hieman säilyvyysaikaa, mutta sillä ei välttämättä ole käytännön merkitystä. Tummemman vihreiden kurkkujen voi kuitenkin olettaa kuluttajan näkökulmasta olevan kaupassa vaaleita kurkkuja houkuttelevampia.

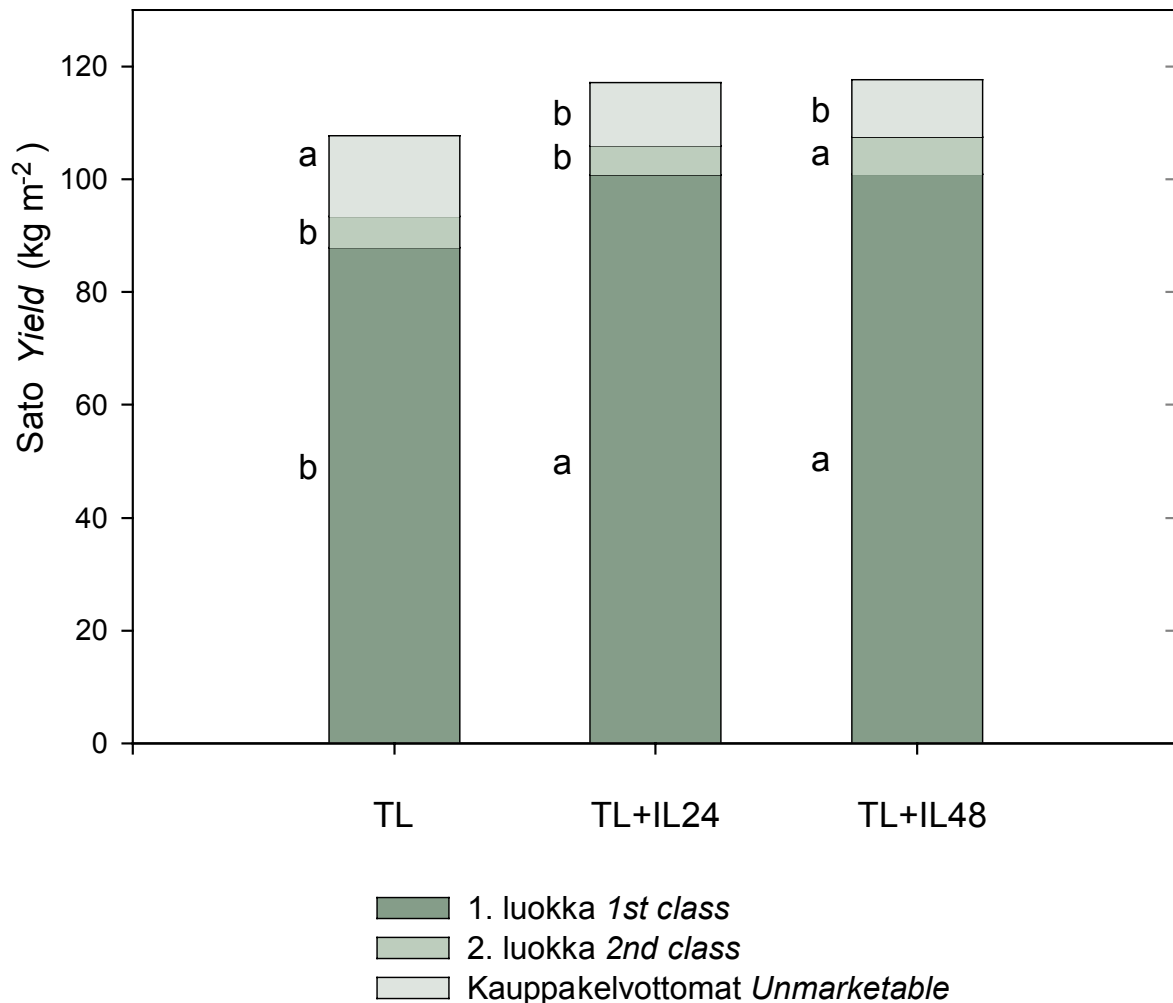
Jakamalla tekovalo vallitsevaa valotuskäytäntöä tasaisemmin kasvuston eri osiin voitiin tuotantoa tehostaa vähäisen luonnonvalon aikaan. Kun valo-olosuhteet olivat tasaisemmat, kasvuston alalehtien yhteyttäminen lisääntyi ja siten sadontuotanto parantui. Sadonkorjuuta tihentämällä voidaan hedelmien lukumäärää todennäköisesti lisätä, kun yhteyttämistuotteet ovat paremmin pienten, kehittyvien hedelmien käytettävissä. Välivalojen käytölle ei sadon laadun kannalta ole estettä, sillä välivaloilla on mahdollista saada vähintään yhtä hyvälaatuisia satoa tai jopa hieman parantaa sadon laatua tavanomaiseen valotustapaan verrattuna.

Tutkimuksen olosuhteissa tehokkain tapa oli asentaa noin neljäsosa valotustehosta kasvuston alaosaan. Viljelmällä käytössä oleva valotusteho ja kasvustoon tulevan säteilyn määrä voi kuitenkin vaikuttaa ylä- ja välivalojen tehokkaimpaan suhteeseen.

Lisätietoja:

Hovi, T. 2004. Alavaloilla enemmän ja parempia kurkkuja. Puutarha&kauppa 8, 2004/39: 14-15.

Hovi, T. 2004. Belysning också nedtill gav större gurkskörd av något bättre kvalitet. Trädgårdsnytt 58, 2004/14: 14-16.



Kuva 1. Valotustavan vaikutus kasvihuonekurkun satoon. Tulokset ovat kolmen kurkkukasvuston satokertymiä vuoden ajalta. TL = tavanomainen valotus, T+IL24 = välivaloa 24 % ja T+IL48 = välivaloa 48 %. Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot poikkeavat toisistaan merkitsevästi laatuluokittain.

Figure 1. Effect of lighting regime on yield grading. Results represent cumulative yields of three cucumber stands cultivated during the course of a year. TL = top lighting; T+IL24 = interlighting 24%; T+IL48 = interlighting 48%. Means marked by different letters differ significantly in each quality class.

2.3 Väli-istutuksella jatkuvaan tomaattituotantoon

Juha Näkkilä

Tomaatti kehitty satoa tuottavaksi 6–8 viikon kuluttua istutuksesta. Väli-istutusmenetelmässä uusi kasvusto istutetaan vanhan kasvuston alle samaan tai viereiseen kasvualustariviin ja vanhasta kasvustosta korjataan satoa siihen asti, kunnes uusi kasvusto kehitty sadonkorjuukypsäksi. Väli-istutusmenetelmällä voidaan tehostaa kasvihuonetilan käyttöä, kun vuosittain istutetaan useita kasvustoja tai kun pyritään yli vuoden kestävään jatkuvaan tuotantoon.

Piikkiössä tutkittiin vuosina 2001–2004 tomaatin lyhytviiljelyä väli-istutusmenetelmällä. Lyhytviiljelyssä kasvia viljeltiin niin kauan, kunnes latva saavutti ylätukilangan. Tällä pyrittiin minimoimaan kasvuston alaslaskutyötä. Kokeissa tutkittiin istutustiheyden vaikutusta

sadon määrään ja laatuun kahden yli vuoden kestäneen tuotantojakson ajan. Tekovalon asennusteho oli koko ajan 175 W m^{-2} ja tekovalojakso oli enintään 18 h vrk^{-1} . Valaisimet sammuivat, kun kokonaissäteily ylitti 286 W m^{-2} , ja hellekausina valaisimet sammutettiin kokonaan lämpötilan nousun hidastamiseksi.

Väli-istutus toteutettiin siten, että satoa tuottavat ja satoikäisiksi kehittyvät kasvit olivat saman paririvin eri kasvualustariveissä. Istutukset pyrittiin ajoittamaan siten, että vanhan kasvuston viimeisen tertun kukkiessa uuden kasvuston ensimmäinen terttu alkaa kukkia. Viljelykaudella 2001–2002 istutustiheydet olivat 2 ja $2,5 \text{ kpl m}^{-2}$ ja kaudella 2003–2004 ne olivat $2,5$ ja $2,9 \text{ kpl m}^{-2}$. Väli-istutuksen takia kasvitiheys oli näihin nähden kaksinkertainen. Kasvit latvottiin joko yhdeksän (kaudella 2003–2004) tai kymmenen (kaudella 2001–2002) tertun jälkeen.

Sato lisääntyi istutustiheyden mukana. Sadon lisäys saatiin lähinnä hedelmien lukumäärän kasvuna, koska hedelmien keskipaino pysyi istutustiheyden kasvaessa lähes ennallaan. Istutustiheyden kasvu antoi suurimman sadonlisän kesällä. Yli vuoden kestäneessä jatkuvassa tuotannossa saatiin ensimmäisellä kaudella $2,5$ kasvin istutustiheydellä 1-luokan satoa keskimäärin $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ viikossa. Vuoden eli 52 viikon aikana 1-luokan satoa saatiin keskimäärin 78 kg m^{-2} . Jatkuvaan tuotantoon tarvittiin kuusi istutusta vuodessa. Viiden kasvuston viljely vuodessa tuotti 1-luokan satoa parhaimmillaan 66 kg m^{-2} . Tomaattikilon tuotantokustannus oli tällöin $2,56 \text{ €}$.

Kokonaissadosta oli 1-luokan satoa istutustiheydestä riippuen 87–91 %. Kasvuston raivauksen yhteydessä kokonaissadon painosta kerättiin vihreänä 3–5 %. Istutustiheys ei vaikuttanut vihreänä korjattujen hedelmien osuuteen. Haljenneita hedelmiä oli 3–4 % kokonaissadosta. Ensimmäisenä viljelykautena harvempi istutustiheys tuotti suuremman osuuden haljenneita hedelmiä kuin tiheä.

Istutustiheyden kasvu vaikutti hedelmän sisäiseen laatuun toisella viljelykaudella haitallisesti vähentäen runsaan luonnonvalon aikaan ensimmäisen tertun hedelmän liukoisen kiva-aineen pitoisuutta eli Brix-astetta, joka kuvastaa sokeripitoisuutta. Niukan luonnonvalon aikaan eroa ei ollut. Istutustiheys ei vaikuttanut viimeisen tertun hedelmien Brix-asteeseen.

Sadon tuotto suhteessa valon määrään oli tehokkaampaa tiheässä istutuksessa kuin harvassa. Yksi mooli fotosynteettisesti aktiivista säteilyä tuotti ensimmäisellä kaudella tiheässä istutuksessa keskimäärin 9 g satoa ja toisella kaudella tiheässä istutuksessa keskimäärin 7 g . Tehokkaimmin valoa käytti kummallakin viljelykaudella marraskuussa istutettu ja heikoimmin touko- tai kesäkuussa istutettu kasvusto.

Kasvustoissa esiintyi tomaattihärmää ja ansarijauhiaisia. Härmän torjuntaan jouduttiin käyttämään syksyllä ja talvella säännöllisesti rikittimiä, joka haittaa biologisia torjuntaeliöitä, joten ansarijauhiaista jouduttiin torjumaan kemiallisesti. Ilman härmänkestävää tomaattilajiketta ei biologisen tuholaistorjunnan ylläpito näytä mahdolliselta jatkuvassa tuotannossa, vaan viljely kannattaa katkaista vuosittain.

Kasvuston uusiminen ilman pitkää katkosta sadonkorjuussa on mahdollista ympäri vuoden. Kokeessa toteutettu menetelmä ei sovellu sellaisenaan kaupalliseen tuotantoon istutus- ja raivaustyön lisääntymisen takia.

Jos samaa kasvustoa viljellään korkeissa kasvihuoneissa pitempään kuin kokeessa käytetyn 9–10 tertun kehittymisen ajan, voi kasvuston vaihtoja vähentää. Väli-istutuksessakin kasvuston alaosan valotus todennäköisesti tehostaisi tuotantoa.

Lisätietoja:

Karhula, T. & Outa, P. Economy of interplanting of tomatoes with five plantings a year in Finland. *Acta Horticulturae* 711. (Painossa).

Koivisto, A. & Karhula, T. 2005. Tomaatti ei ole rahasampo. *Puutarha&kauppa* 9, 2005/22: 4-5

Muranen, M. & Näkkilä, J. 2004. Vaihtaisinko tomaattikasvuston useammin? *Puutarha&kauppa* 8, 2004/7: 4-5

Näkkilä, J. 2003. Tomaatin lyhytviljely rikkoo satoennätyksiä. *Puutarha&kauppa* 7, 2003/24: 6-7

Näkkilä, J., Hovi-Pekkanen, T. Tahvonen, R. Interplanting ensures continuous tomato production. *Acta Horticulturae* 711. (Painossa).

2.4 Kasvihuoneen jäähdytys kesällä – ensimmäiset tulokset

Liisa Särkkä, Tiina Hovi-Pekkanen, Timo Kaukoranta, Risto Tahvonen & Jukka Huttunen¹

¹Biolan Oy

MTT puutarhatuotannossa tutkitaan ja kehitetään yhteistyössä Biolan Oy:n kanssa uuden teknologian ilmastohallintalaitteistoa, jonka avulla suljetusta kasvihuoneesta poistetaan liika kosteus ja lämpö. Uuden tekniikan avulla tuuletusluukut voidaan pitää kiinni parhais-
sakin valo-oloissa, jolloin kasvihuoneen hiilidioksidi- ja kosteusolot pysyvät halutuilla tasoilla taaten hyvän kasvun. Ensimmäisen vuoden kokemusten perusteella nykyisiä hyviäkin satoja voidaan kohottaa merkittävästi.

Kesällä 2005 kahdessa 130 m² tutkimuskasvihuoneessa (jäähdytys ja kontrolli) kasvatettiin kurkkua alaslaskumenetelmällä. Taimet istutettiin 7.6. ja raivattiin 12 satoviikon jälkeen, 13.9. Kurkkuja valotettiin kasvustojen päältä 20 tuntia vuorokaudessa aina, kun auringon kokonaissäteily kasvihuoneen ulkopuolella laski alle 286 W m⁻².

Kontrollihuoneessa ilmastohallinta toteutettiin perinteisesti tuuletuksen, sumutuksen ja lämpöputkien avulla. Jäähdytys huoneessa sen sijaan jäähdytyslaitteisto korvasi tuuletuksen lähes kokonaan. Jäähdytystekniikan ohjaus liitettiin tutkimuskasvihuoneiden normaaliin säätötekniikkaan. Kasvihuoneen lämmennyt ilma johdettiin jäähdytyslaitteeseen, josta se palasi takaisin jäähtyneenä ja kuivuneena sekoittumatta ulkoilmaan. Jäähdytyslaitteiston kautta energia siirrettiin edelleen ulkoilmaan. Jäähdytystekniikka mitoitettiin poistamaan kasvihuoneesta energiaa 500 W m⁻². Energiaa kuluttavat osat laitteistossa ovat tuulettimet ja pumput ja jäähdytystekniikan energiahyötysuhde oli noin 11.

Kasvihuoneen jäähdytys onnistui tavoitteiden mukaisesti. Jäähdytetyssä huoneessa vuorokauden keskilämpötila oli kokeen keston ajan noin yhden asteen alhaisempi kuin kontrollihuoneessa. Vain pahimmilla helteillä, jolloin auringonsäteily nousi yli 800 W m⁻², jouduttiin jäähdytettävää huonetta tuulettamaan myös luukkujen avulla muutama tunti (enimmillään 4 tuntia) keskipäivän aikaan.

Kontrollihuoneessa luukut olivat auki joka päivä vähintään 11 tuntia. Kasvihuoneiden keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet ja vesihöyryn kyllästysvajaukset olivat 910 ppm ja 0,495 kPa jäähdytys huoneessa ja 565 ppm ja 0,706 kPa kontrollihuoneessa.

Kontrollihuoneessa saatiin runsas, samansuuruinen kurkkusato (35,8 kg m⁻²) kuin vastaavavana vuodenaikana oli valotuotantokurkusta saatu aikaisempinakin vuosina. Jäähdytettävä huoneesta sen sijaan saatiin yli 20 % kontrollia suurempi sato (44,4 kg m⁻²). Jäähdytys

vaikutti myös kasvin rakenteeseen. Jäähdytysosaston hedelmien, lehtien ja koko biomassan kuivapainot sekä satoindeksi olivat suuremmat kuin kontrollissa. Lehtien lukumäärä oli alempi ja yksittäisen lehden koko suurempi jäähdytys- kuin kontrolliolioissa.

Lisätietoja:

Särkkä, L. E., Hovi-Pekkanen, T., Kaukoranta, T., Tahvonen, R. & Huttunen, J. Greenhouse cooling in summer in Finland – Preliminary results of climate control and plant response. *Acta Horticulturae* 719. (Painossa).

Särkkä, L., Hovi-Pekkanen, T. & Tahvonen, R. Tästäkö ratkaisu kasvihuoneen ilmaston hallintaan? *Puutarha&kauppa* 10. (Painossa).

2.5 Leikkogerberan pitkäaikainen viljely turvepohjaisessa kasvualustassa

Liisa Särkkä, Päivi Tuomola, Olli Reinikainen¹ & Markku Herranen¹

¹ Vapo Oy

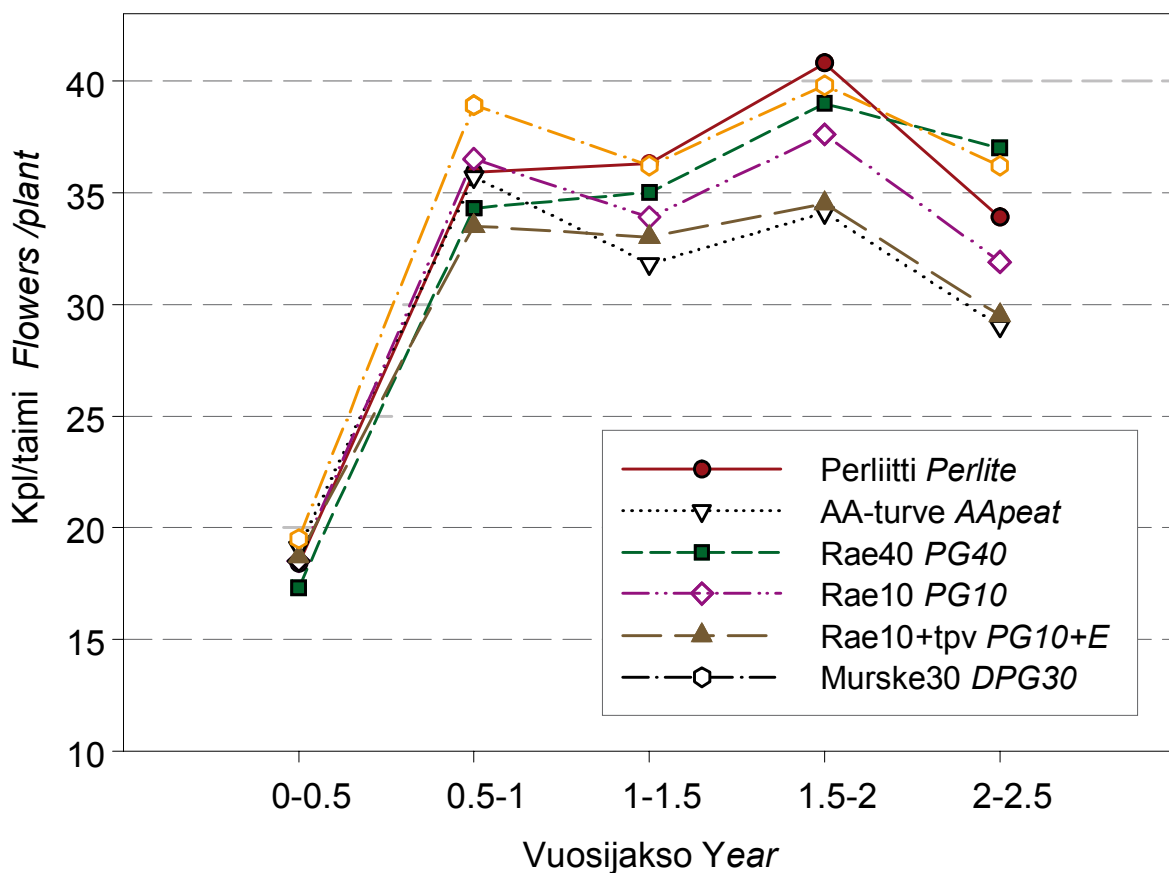
Turvepohjaiset monivuotiseen viljelyyn tarkoitetut kasvualustat ovat harvinaisia kasvihuoneviljelyssä. MTT Puutarhatuotannossa on vuodesta 1999 lähtien tutkittu eri turvelajien ja turpeesta tehtyjen kestävien rakenteenparantajien käyttöä kasvualustoissa yhdessä Vapo Oy:n ja Kekkilä Oyj:n kanssa. Vuosina 2001–2003 toteutetun tutkimuksen tavoitteena oli kehittää turvepohjainen kasvualusta, joka sopii leikkogerberan monivuotiseen viljelyyn.

Gerberalajikkeena oli 'Ruby Red', ja sitä viljeltiin 3,5 litran ruukuissa. Tutkitut kasvualustat olivat: erikoiskarkea turve (AA-turve), turverae 40 % + vaalea rahkaturve 60 % (rae40), turverae 10 % + vaalea rahkaturve 90 % (rae10), turverae 10 % + tupasvillaturve 90 % (rae10 + tpv), tumma palaturvemurske 30 % + vaalea rahkaturve 70 % (murske30). Kontrollialustana oli perliitti. Istutustiheys oli 6,5 kpl m⁻². Tekovaloa annettiin 10-12 tuntia vuorokaudessa 140-180 μmol m⁻² s⁻¹. Hiilidioksidipitoisuus oli 500–600 ppm tuuletusluukkujen ollessa kiinni.

Vuosisato laskettuna 2,5 vuoden kokonaissadosta oli korkein murske30:ssä (444 kpl m⁻²), perliitissä (430 kpl m⁻²) sekä rae40:ssä (423 kpl m⁻²) ja alhaisin AA-turpeessa (389 kpl m⁻²) ja rae10+tpv:ssa (388 kpl m⁻²). Satomäärä AA-turpeessa laski ensimmäisen viljelyvuoden jälkeen eikä sen jälkeen enää noussut paremmaksi (Kuva 2). Rae40:ssä päinvastoin sadon määrä alkoi nousta ensimmäisen viljelyvuoden jälkeen. Kukinnot olivat laadukkaita kaikissa koejäsenissä, mutta laatu heikkeni viljelyajan pidetessä. Kesän hellejaksot aikaansaivat satotasojen romahduksen ja jälkivaikutuksia oli näkyvissä vielä alku syksylläkin. Keskitalven satotasot tekovalotuksessa eivät siten olleet vuosijakson huonoimmat.

Vedenkulusta kasvualustoissa seurattiin, ja eniten vettä kului murske30:ssa ja perliitissä. Niistä saatiin myös suurimmat sadot. Yhden kukinnon tuottamiseen kasvi kulutti keskimäärin kaksi litraa vettä. Vedenpidätyskyvyssä kasvualustojen välillä oli eroja. Vähiten valumavettä saatiin murske30:stä ja eniten perliitistä, rae40:stä ja rae10+tpv.stä. Murskeen rakenne pidätti vettä, kun taas turverae ei pidättänyt.

Kasvualustojen fysikaalisia ominaisuuksia mitattiin -10 cm:n imussa. Nämä ominaisuudet muuttuivat vain vähän tutkimuksen aikana. Siten kasvualustojen fysikaalisilla ominaisuuksilla ei satomäärien vaihtelevuutta eri koejäsenten välillä pystytty selittämään. Turvepohjainen kasvualusta, joka sisälsi 30–40 % rakenteen parantajaa, soveltui hyvin gerberan monivuotiseen viljelyyn, ja sen rakenne pysyi hyvänä koko viljelyn ajan.



Kuva 2. Gerberan satomäärät puolivuositain tainta kohden eri kasvualustoissa.

Figure 2. The number of gerbera flowers per plant by six-month periods in each growing media.

Lisätietoja:

Särkkä, L. 2005. Leikkogerberaa ympäri vuoden. Puutarha&kauppa 9, 2006/20: 6-8.

Särkkä, L., Tuomola, P., Reinikainen, O. & Herranen, M. Long-term cultivation of cut gerbera in peat based growing media. Int. Symp. on Growing Media in France 2005. Acta Horticulturae. (Painossa).

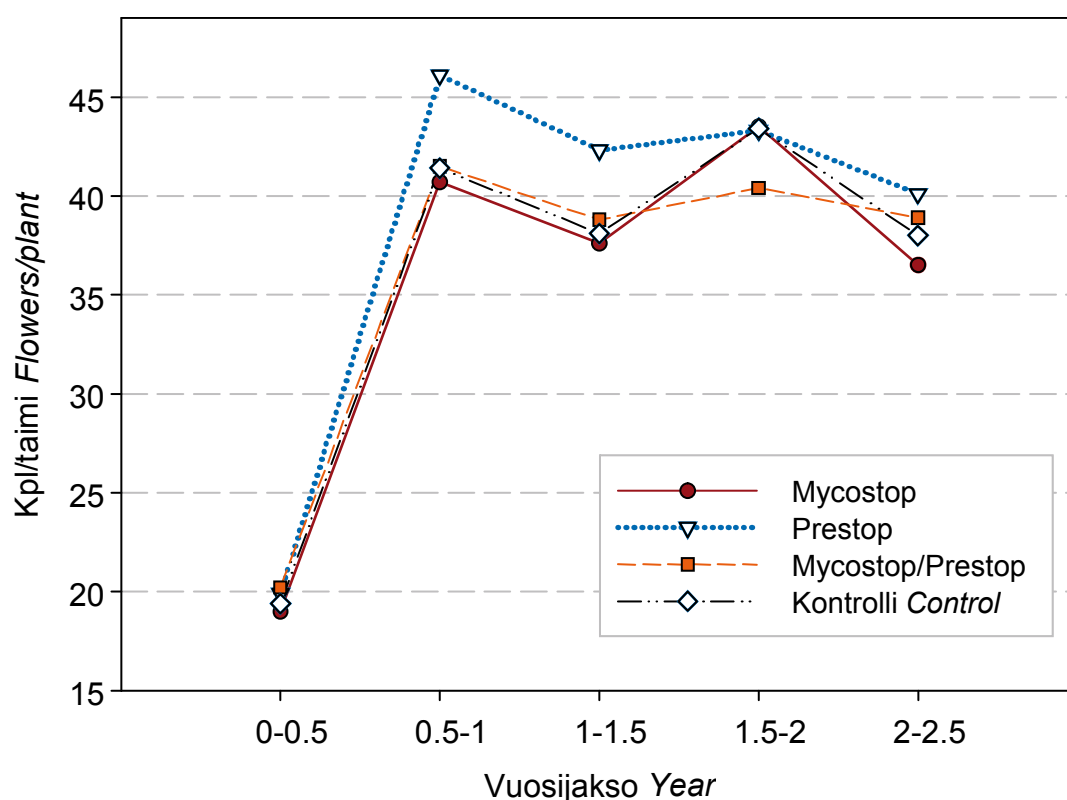
2.6 Kasvualustan biofungisidikäsitteily leikkogerberan viljelyssä

Liisa Särkkä & Päivi Tuomola

Gerberalajikkeella 'Ruby Red' verrattiin perliittikasvualustan biofungisidikäsitteilyä 2,5 vuotta kestäneessä tutkimuksessa. Käsitteilyt olivat Prestop® WP (*Gliocladium catenulatum*) 0,25 g tainta kohden, Mycostop® (*Streptomyces griseoviridis*) 0,005 g tainta kohden, vuorotellen Mycostop ja Prestop ja kontrollina käsittelemätön. Kasvualustat kasteltiin käsin biofungisidiliuoksella neljän viikon välein ensimmäisen vuoden aikana ja sen jälkeen 4–5 viikon välein. Ensimmäisen vuoden aikana käsitteilykertoja oli 14, sen jälkeen 12 vuositain.

Kasvit kasvoivat 3,5 litran ruukuissa 6,5 tainta neliometrillä. Tekovaloa annettiin 10–12 tuntia vuorokaudessa 140–180 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Hiilidioksidipitoisuus oli 500–600 ppm tuuletusluukkujen ollessa kiinni.

Biofungisidikäsitteilyistä Prestop paransi gerberan sadon määrää kontrolliin nähden 1,5 viljelyvuoteen saakka (Kuva 3). Kukintojen laatu oli käsitteilyissä kontrollia parempi lähes koko 2,5 viljelyvuoden ajan. Ensimmäisen luokan kukintojen osuus kokonaissadosta oli 70–72 % biofungisideilla ja 65 % kontrollissa. Kukinnoista oli kehitysvirheellisiä biofungisidikäsitteilyissä 13–14 % ja kontrollissa 21 %.



Kuva 3. Gerberan satomäärät tainta kohden puolivuositain kasvualustan biofungisidikäsitteilyissä.

Figure 3. The number of gerbera flowering shoots per plant by six-month periods in various biofungicide treatments.

Lisätietoja:

Tuomola, P. 2003. Kasvualustan biofungisidikäsitteilyjen vaikutus leikkogerberan kasvuun. Opin-
näytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu, Lepaa. 35 s. + 7 liit.

2.7 Leikkoruusun ja leikkogerberan integroitu kasvinsuojelu

Päivi Tuomola

Integroidun kasvinsuojelun käyttöä testattiin ruusulla ja gerberalla. Koska biologinen tuholaisen torjunta useimmiten toimi riittävän tehokkaasti, jouduttiin kemialliseen torjuntaan turvautumaan harvoin. Ruusulla biologinen torjunta toimi parhaiten ansarijauhiaisten ja ripsiäisten suhteen ja ongelmallisimmaksi osoittautuivat vihannespunkit. Gerberalla esiintyi laajempi kirjo tuholaisia kuin ruusulla, mutta yleisesti torjuntaeliöt toimivat hyvin. Vaikeimmin torjuttava oli ansarijauhiainen talvikausina.

Ruusut ja gerberat kasvatettiin vierekkäisissä 100 m²:n osastoissa. Osastoja rikitettiin yhdestä kahteen tuntia öisin härmän torjumiseksi. Kelta-ansoja oli kuusi kappaletta osasto kohti ja ne havainnoitiin kerran viikossa. Ripsiäiset (siivettömät muodot) huomattiin ansoista ennen kuin niitä löytyi kukista. Myös ansarijauhiaiset huomattiin yleensä ansoista ennen kuin niitä lenteli osastossa. Monet tuholaiset löytyivät kasvustosta: vihannespunkit, ansarijauhiaisen kotelot, miinaajat, kirvat ja yökköset.

Kokeiden alussa torjuttiin harsosääskiä ja liejukärpäsiä sukkulamadoilla (*Steinernema feltiae*), joita levitettiin kasteluna 50 miljoonaa kpl 100 m². Ansarijauhiaisen torjuntaeliöinä ruusulla käytettiin ympäri vuoden jauhiaiskiilukaisia (*Encarsia formosa*). Niitä levitettiin 2–15 kpl m² tarpeen mukaan 1–3 kertaa kuukaudessa. Ne toimivat kevät- ja kesäkautena hyvin. Pimeimpänä ajanjaksona gerberalla niiden kehitysnopeus ei ollut riittävä. Kesäisin käytettiin lisäksi kaliforniankiilukaisia (*Eretmocerus eremicus*). Talvella gerberalle annettiin kasteluna kemiallinen 0,035 % Confidor-käsittely (imidaklopridi), 100 ml kasvia kohti. Se tehoi hyvin ansarijauhiaisiin, mutta kasvustossa olevat hyötyeliöt kärsivät selvästi.

Vihannespunkin torjuntaeliöitä ei levitetty ennakoon, koska ne eivät säily hengissä ilman ruokaa. Petoja levitettiin, kun kasvustosta löytyi vihannespunkkeja. Pääasiassa käytettiin ansariPETOPUNKKIA (*Phytoseiulus persimilis*) ja kesällä lisäksi kuumissa olosuhteissa paremmin toimivaa kalifornianPETOPUNKKIA (*Amblyseius californicus*). Molempia lajeja levitettiin kerralla 10–20 kpl m². Torjunnassa kokeiltiin myös punkkisääskeä (*Feltiella acarisuga*). Se ei kotiutunut kunnolla gerberalle, mutta loppukesällä ruusulla vihannespunkkipesäkkeestä löytyi punkkisääsken toukkia ja kotelaita.

Saastuneista lehdistä seurattiin vihannespunkin aikuis- ja nuoruusasteiden ja munien määrää suhteessa PETOPUNKKEIHIN. Jos näytti, että pedot eivät yksin pysty nujertamaan tuholaisia, tehtiin petoja säästävää kemiallista ruiskutusta pesäkepaikkoihin 0,05 % Torquepunkkihävittäjällä (fenbutatinaoksidi) tai 0,05 % Nissorun-valmisteella (heksytiatsoksi).

Kirvat eivät muodostuneet ongelmaksi kukille. Gerberalla niitä esiintyi kesäisin vähän, mutta kirvavainokaiset toimivat tehokkaasti. Koisokirvojen torjuntaan käytettiin keväisin ja alkukesästä jättikirvavainokaisia (*Aphidius ervi*). Niitä levitettiin 2,5 kpl m². Loppukesällä havaittiin kurkkukirvoja ja niiden torjumiseksi levitettiin isokirvavainokaisia (*A. colemani*) 5 kpl m². Yhtenä syksynä kurkkukirvoja esiintyi vähän myös ruusulla, ja isokirvavainokaisia levitettiin kaksi kertaa 2,5 kpl m².

Ripsiäisten biologinen torjunta kukilla onnistui hyvin. Torjuntaan käytettiin ripsiäisPETOPUNKKIA (*Amblyseius cucumeris*) pusseissa. Niitä levitettiin yleensä 250-500 kpl m² 4-6 viikon välein. Gerberalla esiintyi miinaajakärpäsiä kahtena kesänä ja niitä torjuttiin onnistuneesti vainopistiäisiin kuuluvien kevätsiinaajavainokaisten (*Dacnusa sibirica*) ja kesäsiinaajavainokaisten (*Diglyphus isaea*) avulla. Vihannesyökkösiä gerberalla esiintyi syk-

syisin. Niiden torjunta onnistui hyvin, kun aitomonakiilukaisia (*Trichogramma brassicae*) levitettiin heti, kun nähtiin aikuisia perhosia kasvihuoneessa.

Lisätietoja:

Tuomola, P. 2004. Käytännön kokemuksia integroidusta tuholaistentorjunnasta isokukkaisella ruusulla. Puutarha&kauppa 8, 2004/32: 12-13.

Tuomola, P. 2005. Gerberan integroitu tuholaisten torjunta onnistuu tarkalta tarhurilta. Puutarha&kauppa 9, 2005/20 plus: 10-11.

2.8 Isokukkaisen leikkoruusun taittaminen ja korjuukorkeus viljelyn alussa

Liisa Särkkä

Isokukkaiset ruusut versovat tunnetusti heikommin kuin pienempikukkaiset lajikkeet. Siksi taimen rakentaminen viljelyn alussa monihaaraiseksi ja siten runsaasti kukkia tuottavaksi kasviksi on tärkeää. Tutkimuksen tavoitteena oli aikaansaada vahvoja, hyvin haarottuneita ja satoa tuottavia kasveja monivuotista viljelyä varten. Isokukkaisen Amadeus-lajikkeen viljelyn alun toimenpiteiden vaikutusta kasvin rakenteeseen ja sadon määrään sekä laatuun tutkittiin ensimmäisenä viljelyvuotena.

Ruusuntaimet istutettiin 28.11.2002. Istutustiheys oli 8 kpl netto-m²:ä kohti. Ensimmäinen verso taitettiin 12.12.2002. Osa koejäsenistä taitettiin vielä toisen kerran 2.1.2003, ennen sadonkorjuun aloittamista. Sadonkorjuukorkeudet vaihtelivat koejäsenen ja korjuukerran mukaan; kasviin jäi siten korkeuden mukaan eri määrä silmuja, joista uudet versot puhkesivat (Taulukko 2). Kasveja valotettiin 18–20 tuntia vuorokaudessa 160 μmol m⁻² s⁻¹ (PAR-säteily) ja hiilidioksidipitoisuus oli 600 ppm luukkujen ollessa auki alle 30 %.

Kahden taittokerran jälkeen pohjaversoja oli enemmän ja muita versoja vähemmän tyvitaitoilla kuin kolmen silmun taitoilla. Syyskuussa pohjaversojen määrät eri koejäsenillä olivat tasoittuneet noin neljään kappaleeseen tainta kohti. Suuresta pohjaversomäärästä osa ei ollut pysynyt elinvoimaisena. Tämä viittaisi siihen, että suurta pohjaversojen määrää ei tarvitse yrittää saada taimeen heti viljelyn alussa.

Kaksi kertaa taitetuista kasveista saatiin vuoden aikana seitsemän ja kerran taitetuista kahdeksan satokertaa. Tuloksissa kaksi satokertaa yhdistettiin, jolloin satojaksoja saatiin neljä (Kuva 4). Kaksi kertaa taitettujen koejäsenten ensimmäisessä satojaksossa oli vain yksi satokerta. Satomäärät eri satojaksoissa vaihtelivat koejäsenittäin.

Koejäsenen 5 kokonaissato (314 kpl m⁻²) oli parempi kuin muiden paitsi koejäsenen 2 sato (298 kpl m⁻²). Koejäsenen 2 sato oli parempi kuin koejäsenissä 1 (262 kpl m⁻²) ja 4 (270 kpl m⁻²). Muutoin kokonaissadoissa ei ollut koejäsenten välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Muiden koejäsenten kokonaissatomäärät olivat välillä 273–284 kpl m⁻².

Sokeita, kukattomia versoja muodostui eniten koejäsenelle 5 (158 kpl m⁻²) ja vähiten koejäsenelle 1 ja 2 (79 ja 69 kpl m⁻²). Koska runsas sokeiden versojen määrä lisää kasvuston hoitotöiden määrää, koejäsen 2 olisi suositeltavampi vaihtoehto kuin koejäsen 5.

Syyskuussa 2003 taitettujen versojen lukumäärä tainta kohden oli koejäsenissä 1 ja 2 noin kolme kappaletta tainta kohden, kun se muissa koejäsenissä oli noin yksi. Kun koejäsenten 1 ja 2 satomääriä satojaksojen heinä-elokuu ja syys-marraskuu aikana vertaa muihin koejä-

seniin, niin sadon nousukulma oli jaksossa heinä-elokuu muita jyrkempi ja jaksossa syysmarraskuu sadon määrä muita korkeampi. Tämä viittaisi siihen, että taitettujen versojen määrällä oli isokukkaisella 'Amadeus'-ruusulla selvä vaikutus sadon määrään. Taitettuja versoja saisi siten olla noin kolme kappaletta tainta kohden. Taitettuja versoja ei pidä olla niin paljon, että ne peittävät toisensa ja alimmat lehdet jäävät valotta.

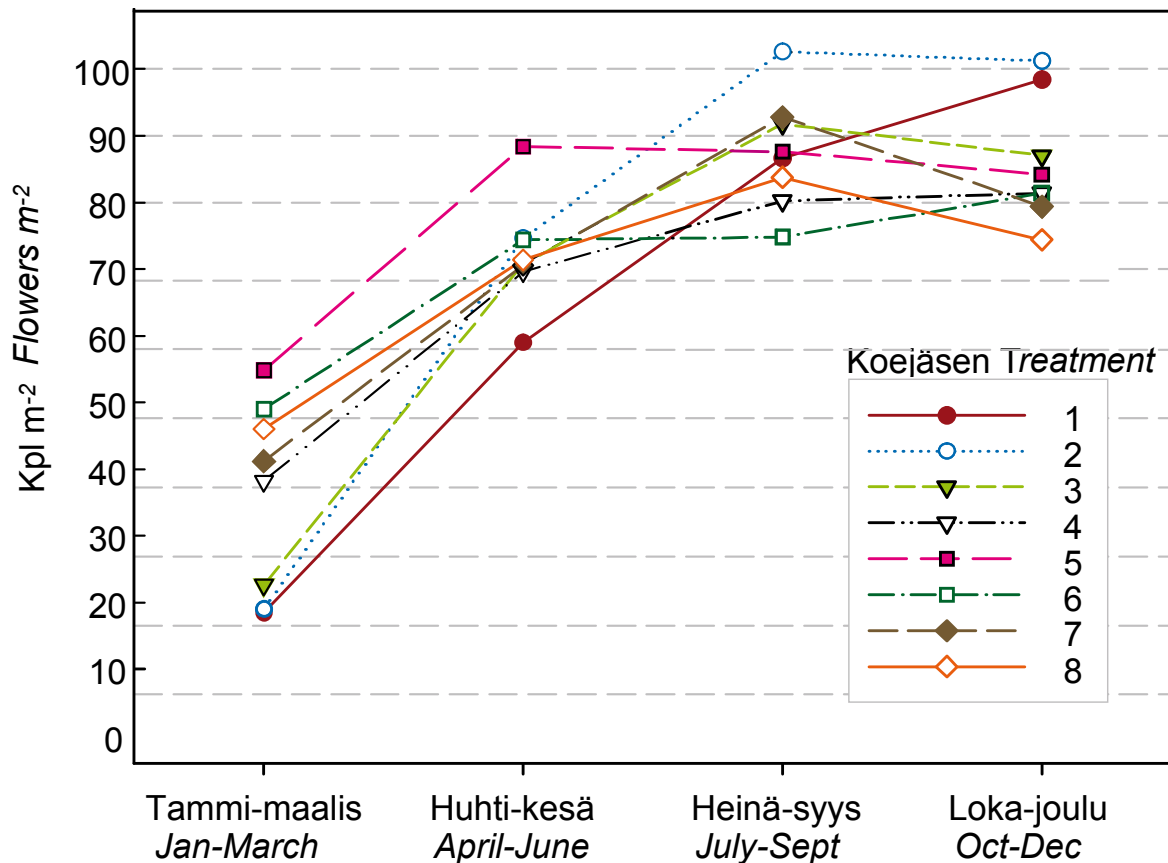
Kokeen lopussa joulukuussa 2003 laskimme kasveissa olleiden toisen asteen sivuversojen lukumäärät, joiden on sanottu ennustavan kahden seuraavan vuoden satopotentiaalia. Versoja oli noin 7 kappaletta tainta kohden. Koejäsenessä 7 oli versoja kuitenkin eniten, 8,2 kpl tainta kohti. Tämän tuloksen perusteella seuraavina vuosina satotasot tulisivat olemaan yhtä hyvät viljelyn alun eri toimenpiteistä huolimatta.

Kun verrataan yksi ja kaksi kertaa taitetuissa koejäsenissä taittokorkeuden ja ensimmäisen sadonkorjuukorkeuden vaikutuksia ensimmäisen vuoden sadon määrään, ei ole suositeltavaa sekä taittaa 'Amadeus'-ruusua että tehdä sille ensimmäistä sadonkorjuuta tyveltä. Mieluummin tyvitaittojen jälkeen aletaan heti kehittää kruunumaista rakennetta. Kun verson saa taitettua yli vaakatason, uudet silmut puhkeavat nopeammin. Siksi voi olla perusteltua taittaa hieman ylempää, jotta verso taipuu varmasti alaspäin.

Taulukko 2. Ruusun versojen taittokorkeudet kahden taittokerran jälkeen sekä sadonkorjuukorkeudet 1.–8. satokerran jälkeen.

Table 2. Bending and harvesting heights of rose shoots after two bending times and eight flushes.

Koejäsen		Korjuukorkeus kasviin jäävien silmujen määränä satokerroittain						
Treatment	Taitto Bending	Buds left on stem after each flush						
	1.	2.	1.	2.–4.	4.	5.–6.	7.	8.
1	tyvi base		1	3–4	3–4	1	3–4	–
2	tyvi base		3	3–4	2–3	1	3–4	–
3	3 silmua 3 buds		1	3–4	2–3	1	3–4	–
4	tyvi base	–	1	3–4	3–4	1	3–4	3
5	tyvi base	–	5	2–3	2–3	1	3–4	3
6	tyvi base	–	3	3–4	2–3	1	3–4	3
7	3 silmua 3 buds	–	1	3–4	3–4	1	3–4	3
8	3 silmua 3 buds	–	3	3–4	2–3	1	3–4	3



Kuva 4 . Ruusun ensimmäisen vuoden sato koejäsenittäin eri satojaksoina.

Figure 4. The yield of flowering shoots in each treatment and yielding period in the first cultivation year of roses.

Lisätietoja:

Särkkä, L. 2004. Taittaminen eduksi Amadeus-ruusulle. Puutarha&kauppa 8, 2004/27-28: 17-19.

Särkkä, L. 2004. Yield, quality and vase life of cut roses in year-round greenhouse production. Dept. of Applied Biology, University of Helsinki. Publication 23: 64 s. + liitt. Väitöskirja. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/sarkka/>

2.9 Ruukkukasvien ja astiataimien kasvualustakokeet

Liisa Särkkä

Kasvualustakokeita on MTT puutarhatuotannossa tehty yhteistyössä Vapo Oy:n ja Kekkilä Oyj:n kanssa vuodesta 1999. Tämän kokeen tavoitteena oli tutkia eri kasvilajeille sopivia eri alkuperää ja maatumisasteita olevia turvelajeja ja sahanpurua sekä kuorikompostia sisältäviä turveseoksia. Ruukkukasvilajeja olivat orvokki, paavalinkukka, miniruusu ja joulutähti. Astiataimikokeessa oli mukana alppiruusu, pensasmustikka ja pensashanhikki.

Orvokille, paavalinkukalle, miniruusulle ja joulutähdelle sopivat kokeen maatuneimmat turpeet. Orvokille sopi varsin hyvin myös kuorikompostia sisältävät seokset. Purua sisältävät seokset eivät orvokille soveltuneet.

Paavalinkukalle eivät sopineet kuorikompostia sisältävät seokset. Vähäinen kuorikompostin määrä turveseoksessa osoittautui kelvolliseksi kasvualustaksi sekä miniruusulle että joulutähdelle. Runsaasti kuorikompostia sisältävät seokset eivät olleet yhtä hyviä kuin edellä mainitut alustat.

Alppiruusun ja pensasmustikan kasvualustat peruslannoitettiin happamiksi. Kummallekin kasvilajille sopivat kuorikompostia sisältävät turveseokset, kun kompostin määrä oli korkeintaan puolet seoksesta. Myös pieni sahanpurun määrä seoksessa antoi hyvän kasvutuloksen. Pensashanhikille sahanpuru ei sopinut lainkaan. Kuorikompostia sisältänyt turveseos sopi kuitenkin hyvin.

Juurten ja versoston kasvutapa sekä viljelyaika vaikuttivat siihen, mikä turvetyyppi tai turveseos kullekin kasvilajille oli sopivin. Sopivia kasvualustoja oli useita ja tärkeää onkin oikea kastelu kullekin kasvilajille ja kasvualustalle.

2.10 Kasvihuonekurkun haihduntavian havaitseminen infrapunalämpömittauksella

Timo Kaukoranta

Kasvien lehtien lämpötilasta voidaan päätellä ilmarakojen tila ja kasvuston haihdunnan määrä. Lehtien lämpötilan mittaamista infrapunamittarilla käytetään peltokasvien kastelun ajoittamiseen. Kasvihuoneessa kastelun ajoittamista ei ole tarpeen pyrkiä ohjaamaan lehtien lämpötilan perusteella, koska kasveja kastellaan hyvin runsaasti lyhyin väliajoin. Infrapunamenetelmä voisi kuitenkin olla hyödyllinen kasvien heikentyneen haihdunnan osoittamiseen silloin kun se johtuu laiteviasta, juuristovioituksista tai heikentyneestä kasvualustasta.

Tutkimuksessa käytettiin vertailupintoja, joiden lämpötilat osoittivat rajoittamattoman haihdunnan ja haihduttamattoman pinnan lämpötilat, ja näiden vertailupintojen ja kasvien lehtien lämpötilasta laskettiin tunnusluku. Tunnusluvun ja lehtien ilmarakojohtavuuden (g_s) sekä alustan vesipotentiaalin (Ψ_m) välinen yhteys laskettiin. g_s alentui havaittavasti kun Ψ_m laski tasolle -10 – -20 kPa ja painui hyvin alas kun Ψ_m saavutti -80 kPa. Lasketun tunnusluvun arvo muuttui havaittavasti kun Ψ_m painui alle -40 – -60 kPa vaikka säteily-ympäristö oli vaihteleva ja ilmarakojohtavuus alentui muutenkin päivän mittaan. Vertailupintojen käyttö kasvuston lämpötilan infrapunamittauksen yhteydessä mahdollistaa alentuneen haihdunnan havaitsemisen ennen kuin kasvustolle on tapahtunut pysyvää vahinkoa. Käytännön toteutus kaupallisissa kasvihuoneissa näyttää kuitenkin vaikealta, koska valovarjoalueiden vaihtelu ja ilmarakojohtavuuden luonnollinen alentuminen päivän mittaan yleensä peittävät alentuneesta haihdunnasta johtuvan kasvuston paikallisen lämpenemisen.

Lisätietoja:

Kaukoranta, T., Murto, J., Takala, J. & Tahvonen, R. 2005. Detection of water deficit in greenhouse cucumber by infrared thermography and reference surfaces. *Scientia Horticulturae* 106: 447-463.

Murto, J. 2003. Kasvuston fysiologisen toiminnan havainnoiminen infrapunamittauksen avulla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos. 62 s.

3 Marja- ja hedelmätuotanto



3.1 Mansikkauutuudet: Kaunotar-varhaislajike ja Kulkuri-koejaloste

Tarja Hietaranta

Vuonna 2003 viljelyyn laskettiin uusi mansikkalajike Kaunotar. Uutuus, MTT:n jaloste numero 91054019, on peräisin vuonna 1991 tehdystä Hella- ja Glima-lajikkeiden välisestä risteytyksestä. Kaunotar-lajike on aikainen, sen sato kypsyy samoihin aikoihin Jonsok-lajikkeen sadon kanssa. Marjan laadun, myös maun, suhteen 'Kaunotar' on Jonsok-lajiketta parempi. Marjat ovat kooltaan pienehköjä tai keskikokoisia. Muodoltaan ne ovat pyöreän kiilamaisia ja niiden väri on tumman kirkkaanpunainen tai "sengananpunainen". Marjat ovat sisältä hyvin värittyneitä ja niiden ulkomuodon yleisvaikutelma on hyvä. Verhiö irtoaa kohtalaisen helposti. Pähkylät sijaitsevat tavallisesti marjan pinnan alapuolella. Marjan kiinteys on keskinkertainen, lähinnä Bounty-lajikkeen kiinteyttä vastaava. Marjan maku on miellyttävä ja usein makea.

'Kaunotar' on talvehtinut kokeissa melko hyvin, lähes Bounty- ja Senga Sengana -lajikkeiden veroisesti, ja se on kasvutavaltaan hillittykasvuinen ja keskinkertaisen tiheä. Rönsyjä lajike tuottaa normaalisti. Kasvustossa on ollut selkeitä hämätaudin oireita, mutta

marjoissa härmää ei ole esiintynyt. Tyvimädän kestävyystestaus osoitti Kaunotar-lajikkeen olevan melko altis tälle taudille.

'Kaunotar' on uusi vaihtoehto aikaiseksi lajikkeeksi, sillä se on marjaominaisuuksiltaan parempi kuin 'Jonsok'. Koska Kaunotar-lajikkeella on taipumusta pienimarjaisuuteen, sen viljelyssä pitää kiinnittää huomiota riittävään veden saantiin; tihkukastelu on suositeltava.

Valiotalantuotantoon ja viljelijöiden kokeiltavaksi on laskettu myös Kulkuri-koejaloste, joka on MTT:n jaloste numero 91062123 Hella- ja Redgauntlet-lajikkeiden välisestä risteytyksestä. Kulkuri-koejalosteen talvenkestävyys on ollut kokeissa Bounty- ja Senga Sengana -lajikkeiden luokkaa. Se muodostaa keskinkertaisen tai kohtalaisen voimakaskasvuisen kasvuston, joka on keskinkertaisen tiheä. Rönsyjä koejaloste tuottaa normaalisti. Kasvustoissa on havaittu jonkin verran härmäoireita, mutta härmää ei ole esiintynyt marjoissa. Aikaisuudeltaan Kulkuri-koejaloste on keskikautinen ja sen sato on kokeessa kypsytynyt keskimäärin samanaikaisesti Senga Sengana - ja Bounty-lajikkeiden sadon kanssa. Myös satoisuudeltaan ja marjakooltaan se on ollut näiden lajikkeiden veroinen.

Marjojen muoto vaihtelee pyöreästä pyöreänkartiomaiseen ja sille on tyypillistä ”tylppä kärki”. Marjojen väri vaihtelee tumman kirkkaanpunaisesta viininpunaiseen, ja marjat ovat sisältä hyvin värittyneitä. Pähkylät sijaitsevat joko marjan pinnan tasalla tai hieman sen alapuolella. Marjat ovat hieman pehmeähköjä ja marjan kestävyys onkin seurattava ominaisuus. Marjan maku on voimakas ja se on jakanut arvostelijoiden mielipiteitä. Parhaimmillaan Kulkuri-koejalosteen maku on ollut hivenen metsämansikkaa muistuttava.

Vuonna 1997 MTT Puutarhatuotanto käynnisti uuden mansikan jalostusohjelman, jonka päätavoitteiksi valittiin härmänkestävyyden ja marjan kiinteyden parantaminen. Uuden ohjelman aikana on tuotettu kaikkiaan noin 56 000 siementainta valintaan varten. Ensimmäiset valitut jalosteet ovat nyt edenneet kerrannekokeisiin, joiden perusteella voidaan valita ensimmäiset lajikkeet lisättäväksi valiotalantuotantoon.

Lisätietoja:

Hietaranta, T., Tahvonen, R. & Parikka, P. 2003. Uusi aikainen Kaunotar-lajike. Puutarha&kauppa 7, 2003/13: 16.

Hietaranta, T. 2005. 'Kaunotar' ja koejaloste Kulkuri - menneen mansikkakesän kokemuksia. Puutarha&kauppa 9, 2005/43 plus: 16-17.

3.2 Mansikkalajikkeita ajoitettuun sadontuotantoon

Saila Karhu & Tarja Hietaranta

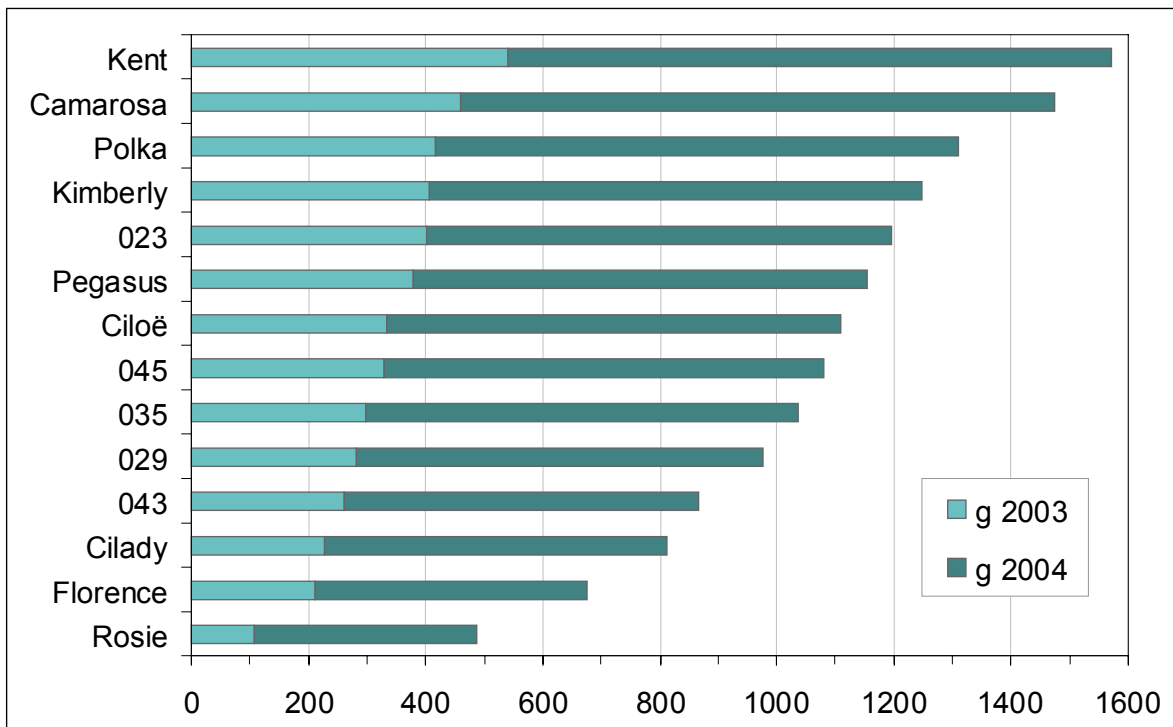
MTT Puutarhatuotannossa on viime vuosina selvitetty mansikan satotaimien tuotantotapoja ja ajoitetun marjantuotannon toteuttamista. Vuosina 2003 ja 2004 etsittiin mansikkalajikkeita, jotka sopivat ajoitettuun sadontuotantoon. Paakkusatotaimina kasvatettuja kasveja testattiin vuonna 2003 syystuotannossa ja samoja kasveja seuraavana kesänä varhaistetussa sadontuotossa. Apuna käytettiin kevytrakenteista muovihuonetta, ja talven 2003–2004 kasvit oli peitetty suojaharsolla.

Lajikkeiden lisäksi kokeessa testattiin MTT:ssä kehitetyt jalosteet 023 (97036023; 'Hella' × 'Kent'), 029 (97079029; 'Jewel' × 'Senga Sengana'), 035 (97085035; 'Jewel' × 'Polka'), 043 (97094043; 'Polka' × 'Emily') ja 045 (97121045; 'Bounty' × 'Eros').

Härmäaltista Rosie-lajiketta ja epämuotoista alkusatoa tuottanutta Polka-lajiketta lukuun ottamatta lajikkeiden sadosta oli vuonna 2003 yli 80 % kauppakelpoista, ja yli 90 % rajan pääsivät 'Camarosa', 023 ja 'Kent'. Ekstra-luokan satoa oli Camarosa- ja Kimberly-lajikkeiden sadosta yli 85 % ja lukuun ottamatta 029- ja 035-jalosteita muillakin vähintään 70 %. Vuonna 2004 kaikilla lajikkeilla kauppakelpoista satoa oli yli 97 % sadosta ja Ekstra-luokan satoa vähintään 78 %. Talven 2003–2004 jälkeen eniten talvivaurioita havaittiin jalosteissa 023 ja 045 sekä lajikkeissa Camarosa, Cilady, Kimberly ja Rosie. Kahden vuoden keskiarvona 035:n, 029:n ja Polka-lajikkeen marjakoko oli pienin ja Kimberly-, Ciloë- ja Cilady-lajikkeiden marjat olivat suurimmat.

Brittilajikkeista 'Florence' tuotti ensimmäisenä vuonna vähän satoa (Kuva 5), marjoissa esiintyi härmää ja niiden ulkomuoto heikko. Vuonna 2004 marjat olivat kauniimpia ja sato parempi. Myöhäisenä lajikkeena se sopii satokauden jatkajaksi avomaalla. 'Pegasus' oli marjakooltaan melko vaatimaton, ja syksyllä marjoissa oli jonkin verran härmää. Marjat miellettiin kuiviksi, jauhoisiksi, ja maku ja kiinteys olivat vaatimattomat. Aikaisen, härmäalittiin Rosie-lajikkeen sato jäi heikoksi.

Kalifornialainen Camarosa-lajike tuotti istutusvuonna pitkään satoa, mutta toisena vuonna satokausi jäi lyhyemmäksi. Lajikkeen talvenkestävyys ei ollut riittävä. Istutusvuonna sen komeat, kiinteät ja hyvin säilyvät marjat erottuivat edukseen. Kanadalainen 'Kent' tuotti pitkään ja sato oli korkea molempina vuosina. Marjojen koko oli melko hyvä, samoin maku ja kiinteys.



Kuva 5. Mansikkalajikkeiden ja -jalosteiden kauppakelpoinen sato kasvia kohti vuosina 2003 ja 2004.

Figure 5. Marketable yield per strawberry plant in 2003 and 2004.

Ranskalaisen Cilady-lajikkeen sato jäi molempina vuosina heikoksi. Marjat olivat näyttäviä mutta voimakashappoisia. 'Ciloë' sen sijaan tuotti molempina vuosina hyvin. Marjat olivat kookkaita, mutta makua ja ulkonäköä ei pidetty kovin hyvinä. Meillä yleisimmin viljelty Polka-lajike tuotti satoa hyvin, mutta marjat olivat pieniä ja pehmeitä. Toinen hollantilainen lajike, Kimberly, tuotti vuonna 2003 hyvän sadon, mutta se kärsi talvivaurioista. Marjat olivat kiinteitä, mutta niiden maku oli heikohko.

MTT:n jalosteista 023 oli Kent-lajikkeen tapaan pitkään marjova mutta kärsi talvivaurioista. Jalosteen 035 marjat olivat makeita mutta testatuista pienimpiä, ja jalosteen 045 marjat olivat hyvän makuisia ja kookkaita mutta melko pehmeitä. Jalosteen 029 marjakoko oli vain Polka-lajikkeen luokkaa mutta kiinteys oli parempi. Se talvehti hyvin ja tuotti melko hyvän sadon. Jaloste 043 poikkesi kasvuston ulkomuodoltaan muista, sen lehtivarret olivat rennot ja lehtien väri kellertävä. Erityisesti toisen vuoden sato oli hyvä. Marjat olivat makeita ja melko kiinteitä. Jalosteet 029 ja 043 tullaan nimeämään lajikkeiksi vuonna 2007.

Kokeen tulokset osoittivat, että mansikan satotaimia ja kausihuoneita käyttämällä voidaan kaksi normaalisadon ajasta poikkeavaa tuotantoa aikaa yhdistää: Istutusvuoden syysadon jälkeen samoista kasveista saatiin seuraavana kesänä huomattava varhaistettu sato.

Lisätietoja:

Hietaranta, T., Matala, V., Kinnanen, H. & Tillanen, A. 2003. Uudet aikaiset mansikkalajikkeet kiven alla. Puutarha&kauppa 7, 2003/25-26: 8-9.

Karhu, S. 2003. Mansikan satotaimituotanto ja sadon ajoitus. In: Hovi T, Karhu S, Linna M-M & Suojala T (toim. eds.) Sadonkorjuu, Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 – Harvest, Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 32-34. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>

Karhu, S. 2003. Näin tuotetaan mansikan satotaimia. Koetoiminta ja käytäntö 60, 2003/4: 3.

Karhu, S. 2004. Mansikan markkinaikkunan laajentaminen kotimaisin satotaimin. Loppuraportti. 22 s. + 2 liit.

Karhu, S, Ylikangas, P. & Hietaranta, T. 2004. Lajikekirjoja ajoitettuun mansikantuotantoon. Puutarha&kauppa 8, 2004/47 plus: 19-21.

Karhu, S.T., Puranen, R. & Aflatuni, A. White mulch and a south facing position favour strawberry growth and quality in high latitude tunnel cultivation. Canadian Journal of Plant Science 87. (Painossa).

Karhula, T. & Karhu, S. 2004. Satotaimien tuotanto kuluttajien käsissä. Puutarha&kauppa 8, 2004/49: 6-7

Nissinen, O., Heinonen, A. & Karhu, S. 2003. Mansikka punertuu Lapissakin. Koetoiminta ja käytäntö 60, 2003/4: 6.

Puranen, R. 2005. Mustan ja valkoisen muovikatteen vertaaminen mansikan rivikatteenä. Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu. 45 s. + 11 liit.

Ylikangas, P. 2004. Eri mansikkalajikkeiden soveltuvuus syysmansikaksi. Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu. 55 s. + 9 liit.

3.3 Esikasvin ja turvelisäyksen vaikutus maan laatuun mansikanviljelyssä

Sanna Kukkonen & Mauritz Vestberg

Mansikka on Suomessa tärkeimpiä kaupallisen puutarhatuotannon kasveja. Sen viljelyssä on esiintynyt epäsuotuisista sääoloista, viljelytekniikan hallinnasta ja yksipuolisesta vilje-

lystä aiheutuvia ongelmia. Osa ongelmista selittyy maan laadun (kasvukunnon) heikentymisestä pitkään viljelyillä peltolohkoilla. Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla tutkittiin vuosina 1999–2004 esikasvin ja maanparannusturpeen vaikutuksia maan laatuun ja mansikan satoisuuteen. Esikasveina kasvatettiin mansikkaa, timoteitä, kuminaa, ruista, rypsiä, tattaria, sipulia ja hunajakukkaa vuosina 1999–2001, jonka jälkeen alueella viljeltiin kolme vuotta mansikkaa. Esikasvi- ja mansikkavaiheiden alussa levitettiin tummaa maanparannusturvetta puolelle koealaa. Kokeen kuluessa tutkittiin laajasti erityisesti maan biologisia ominaisuuksia, koska maan väsyminen yleensä liittyy biologisten tekijöiden heikkenemiseen.

Esikasvivaiheen lopussa, vuonna 2001 saatujen tulosten perusteella kuminan viljelyllä oli suotuisampi vaikutus maan biologisiin ominaisuuksiin kuin muilla esikasveilla. Kuminan viljely lisäsi mikrobien biomassaa, kaste- ja peltolieroja, paransi sienijuuren toimivuutta ja piti juuria vioittavien ankerosten määrän alhaisena. Rypsin ja hunajakukan viljely loi jossain määrin peltolierolle otolliset olosuhteet ja piti kurissa juuria syöviä *Pratylenchus crenatus* -ankeroisia, mutta sienijuurettomina nämä kasvit heikensivät pellon sienijuurikannan toimivuutta. Tästä ei tosin ollut haittaa seuraavalle mansikkakasvustolle. Sipulin viljely vaikutti selvimmin pellon mikrobistoon: mikrobien biomassassa ja *Phoma*-sienet vähenivät ja *Fusarium*-sienet lisääntyivät. Sipuli vähensi myös juuria syöviä ankeroisia ja kastelieroja. Nurmen viljely puolestaan lisäsi huomattavasti *P. crenatus* -ankeroisia, mikä saattaa muodostaa riskin seuraavalle viljelykasville.

Vaikka esikasveilla saatiin luotua selviä eroja maan biologisiin ominaisuuksiin ja osa muutoksista säilyi suhteellisen pitkäänkin, ei esikasvivalinnalla ollut vaikutusta mansikan kasvuun tai sadontuottokykyyn. Yhteys maan biologisten toimintojen ja viljelykasvin välillä on vaikea todistaa. Tutkimus tehtiin vain yhdellä koealueella, jonka maan laatu oli lähtökohtaisesti hyvä. Vaikka mansikan kasvua ei tässä kokeessa pystytty parantamaan esikasvivalinnalla, saattaa vaikutus toisissa olosuhteissa olla merkittäväkin, esimerkiksi huonokuntoisessa pellossa.

Turve nosti maan orgaanisen aineksen pitoisuutta ja vaikutti muun muassa seuraaviin maan biologisiin toimintoihin: peltolierot lisääntyivät, pellon luontaisten sienten määrä väheni, mykorritsasienten toiminta heikkeni ja ankerosten määrä lisääntyi. Tämä kertoo siitä, että turpeen orgaaninen aines lisää lähinnä maan humusvarantoa ja muuttaa jonkin verran pellon eliöyhteisöä estäen joidenkin mikrobiryhmien toimintaa mutta parantaa joidenkin maaperäeläinten elinmahdollisuuksia. Turpeella ei kuitenkaan pystytty parantamaan mansikan satoisuutta tässä kokeessa.

Lisätietoja:

Kukkonen, S., Palojärvi, A., Rökköläinen, M. & Vestberg, M. 2004. Peat amendment and production of different crop plants affect earthworm populations in field soil. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 415-423.

Kukkonen, S., Palojärvi, A., Rökköläinen, M., Vestberg, M. Cropping history and peat amendment-induced changes in strawberry field earthworm abundance and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 38. (Painossa).

Vestberg, M., Saari, K., Kukkonen, S. & Hurme, T. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. *Mycorrhiza* 15: 447-458.

3.4 Mansikan satotaso kohoaa kastelun lisääntyessä

Kalle Hoppula & Tapio Salo

Aiemmassa mansikan kasvun mallintamiseen tähtäävässä kokeessa saatiin lupaavia tuloksia tihkukastelun ja tensiometrien käytöstä mansikan kastelussa ja kastelutarpeen määrittämisessä. Tämän vuoksi mansikan kastelutarvetta ryhdyttiin tutkimaan tarkemmin vuonna 2001.

Kolmevuotinen kenttäkoe perustettiin kesäkuussa 2001 hietamaalle kausihuoneeseen. Lajikkeena kokeessa oli 'Bounty'. Erilaisia kastelukäsittelyjä kokeessa oli neljä: tensiometrillä määritetty kasteluraja oli joko -150 hPa (kostein käsittely), -300 hPa, -600 hPa (kuivin käsittely) tai muulloin -300 hPa mutta elokuussa -600 hPa. Neljännen käsittelyn kosteusvaihtelun perusteena oli vakiintunut viljelykäytäntö, jossa kastelu lopetetaan satokauteen. Kastelurajan ylityttyä 15 cm syvyydessä maa tihkukasteltiin kenttäkapasiteettiin tasolle -50 hPa. Sato lajiteltiin kauppakelpoiseen satoon, joka käsitti kaikki virheettömät, halkaisijaltaan yli 22 mm olevat marjat, sekä muuhun satoon.

Vuonna 2002 sekä kokonaissadon että kauppakelpoisen sadon määrä lisääntyi maan kosteuden lisääntyessä (Kuva 6). Seuraavana talvena taimet saivat pahoja talvivaurioita ja kasvukaudella 2003 kosteuskäsittelyjä ei pystytty toteuttamaan, koska huonokuntoisten taimien vedenkulutus oli erittäin vähäistä. Siten vuoden 2003 tulokset kertovat edellisen vuoden käsittelyjen vaikutuksen sadontuottoon. Käsittelyjen välisiä selviä eroja ei vuonna 2003 ollut. Vuoden 2002 sadosta havaittiin, että lisääntynyt maan kosteus lisäsi marjojen sokeripitoisuutta (Brix-arvoa) mutta heikensi kiinteyttä. Marjojen happamuuteen maan kosteus ei vaikuttanut.

Mansikan kastelutarve kannattaa määrittää tensiometriä apuna käyttäen, koska vedenkulutus vaihtelee taimien kehitysvaiheesta, satotasosta ja ympäristötekijöistä riippuen. Vuodesta riippuen vaihtelu oli välillä 5–22 l taimea kohti kasvukauden aikana. Hyvänä satovuonna vedenkulutus oli runsasta, mutta istutusvuonna sekä vakavien talvivaurioiden jälkeen vedenkulutus oli vähäistä. Intensiivisellä kastelulla voidaan saavuttaa suurempi satotaso, mutta samalla marjojen kiinteys heikkenee.

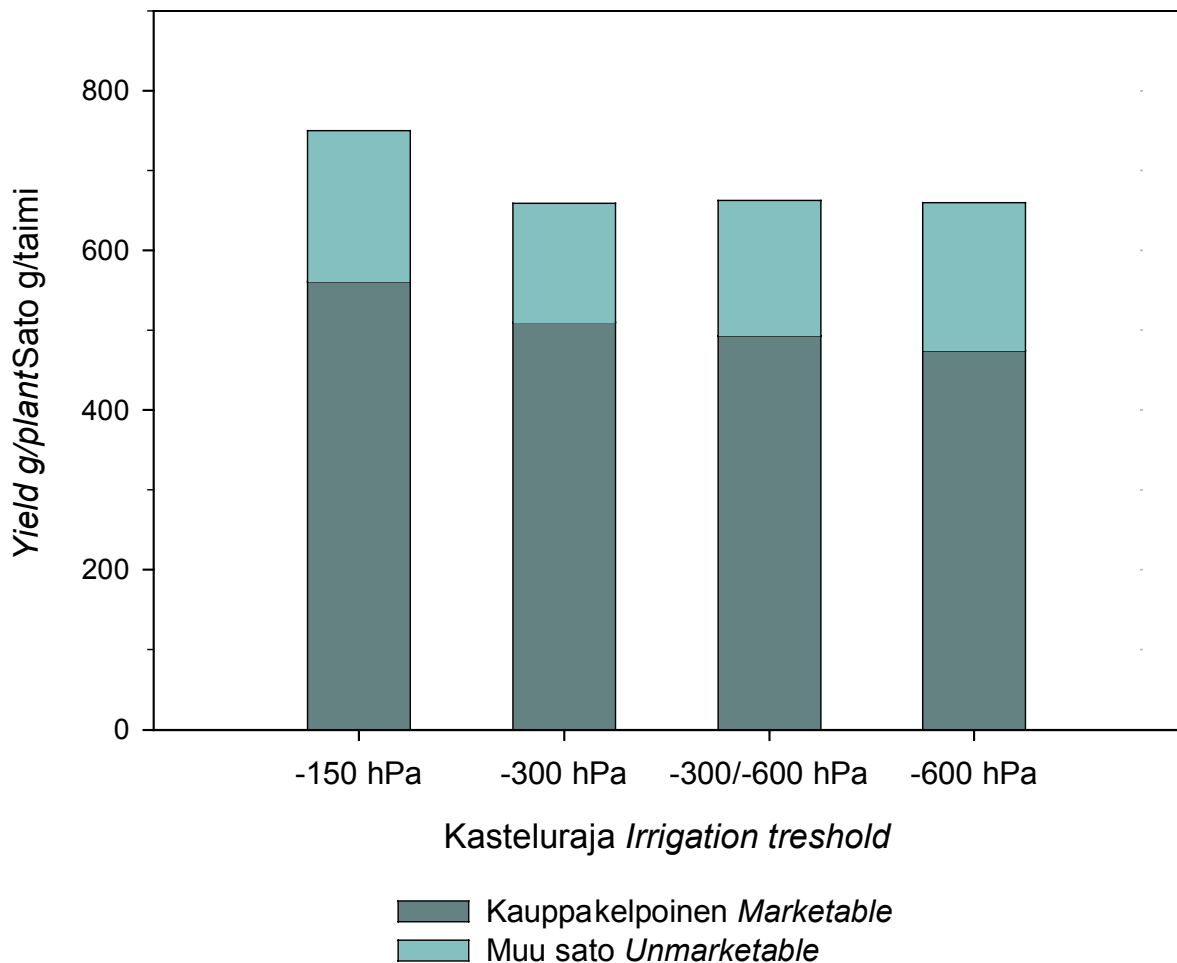
Lisätietoja:

Hoppula, K., Perko, M. & Salo, T. 2003. Kunnon kastelu varmistaa mansikkasadon. Puutarha&kauppa 7, 2003/39: 4-5.

Hoppula, K. & Salo, T. Tensiometer-based irrigation scheduling in perennial strawberry cultivation. Irrigation Science. (Painossa).

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus. Teoksessa: Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, ym. Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla: Viljely, teknologia ja talous. Maa- ja elintarviketalous 46: s. 64-105. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf>

Perko, M. 2003. Kastelun vaikutus mansikan makuun. Opinnäytetyö, Huittisten ammatti- ja yrittäjäopisto, Maatila- ja puutarhatalous. 38 s. + 3 liit.



Kuva 6. Mansikan satotaso eri kastelurajoilla vuonna 2002.

Figure 6. Strawberry yields in the different irrigation threshold treatments in 2002.

3.5 Mansikan voimakas lannoitus on riskinottoa

Kalle Hoppula & Tapio Salo

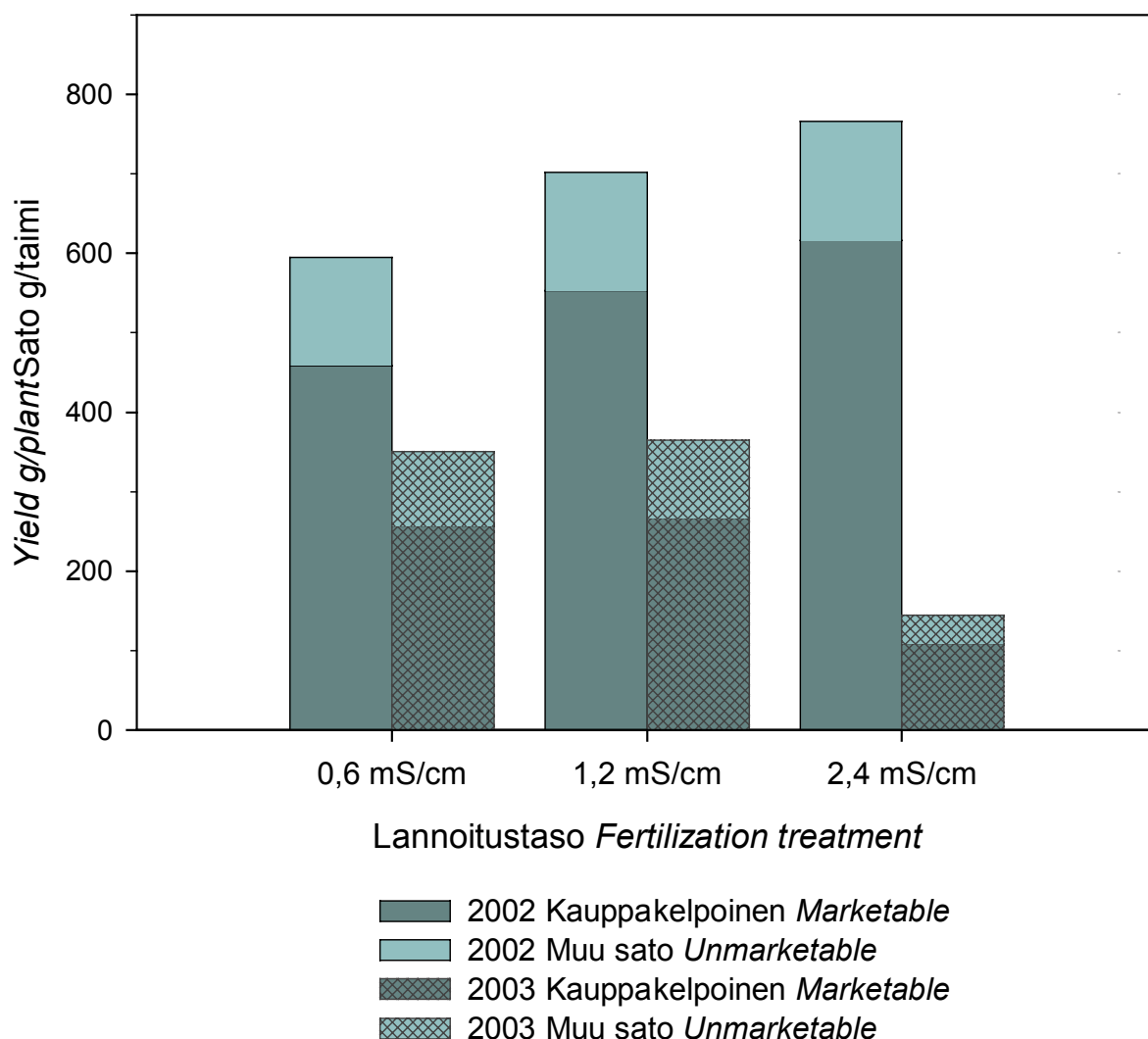
Vuosina 2001–2003 toteutettiin projektin ”Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana avomaalla” osana koe, jossa kokeiltiin kasvihuonekasvien lannoitusperiaatteiden soveltamista avomaatuotantoon. Kokeeseen sisältyi myös eri lannoitus-
tasojen vertailu, koska aiemmassa mansikan ravinteidenottoa käsitelleessä tutkimuksessa havaittiin, että hyvätuottoisesta kasvustosta poistuu sadon mukana huomattavasti enemmän ravinteita kuin mitä lannoitteena annetaan.

Kolmevuotinen koe perustettiin kesäkuussa 2001 ulos rakennettuihin, tavallista mansikkapeltoa jäljitteleviin suljettuihin turvepenkkeihin. Kokeessa oli kolme käsittelyä, joissa lannoiteluoksen väkevyys oli joko 1) $0,6 \text{ mS cm}^{-1}$, 2) $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$ tai 3) $2,4 \text{ mS cm}^{-1}$. Koetta lannoitettiin kasvukausina 2002 ja 2003 jokaisen kastelun yhteydessä, joskin lannoitteen ravinnesisältö vaihteli eri vaiheissa kasvukautta.

Käytetty turve oli peruslannoitettua, minkä vuoksi ensimmäisenä vuonna lannoitusta ei tarvittu. Lajikkeena kokeessa oli 'Bounty'.

Käsittelyssä 0,6 mS/cm kasveille annettiin vuonna 2002 typpeä 0,96 g, fosforia 0,49 g ja kaliumia 2,89 g tainta kohti ja vuonna 2003 annettiin typpeä 0,82 g, fosforia 0,25 g ja kaliumia 1,84 g tainta kohti. Käsittelyn 1,2 mS cm⁻¹ lannoitusmäärät olivat tähän nähden kaksinkertaiset ja käsittelyn 2,4 mS cm⁻¹ lannoitusmäärät nelinkertaiset. Vuosien väliset erot ravinnesuhteissa johtuvat siitä, että eri vaiheissa kasvukautta annetun lannoiteliuksen ravinnesuhteet vaihtelivat ja lannoitusmäärät määräytyivät kasvin kulloisenkin vedentarpeen perusteella.

Vuonna 2002 lannoituksen lisääminen nosti satotasoja (Kuva 7). Lannoituksen lisääminen heikensi kuitenkin talvehtimista ja vuonna 2003 laajojen talvivaurioiden vuoksi voimakkaimmin lannoitettu käsittely tuotti heikoimman sadon. Kahden satovuoden yhteistuloksena parhaan sadon tuotti käsittely 1,2 mS cm⁻¹, jossa lannoitusmäärät vastasivat likimain Bounty-lajikkeen ravinnekulutusta kokeessa saaduilla satotasoilla.



Kuva 7. Mansikan satotaso eri lannoitustasoilla vuosina 2002 ja 2003.

Figure 7. Strawberry yields in the different fertilization treatments in 2002 and 2003.

Lannoituksen lisääminen heikensi marjojen kiinteyttä, mutta toisaalta lisäsi sekä happamuutta että sokeripitoisuutta (Brix-arvoa). Voimakkaimmin lannoitettu käsittely tuotti muita suurempia marjoja. Vaikka koetta lannoitettiin aiemmasta viljelykäytännöstä poiketen aina kasteltaessa, siitä ei aiheutunut ongelmia viljelyssä. Toistuva lannoitus tosin lisäsi jonkin verran työmäärää.

Lisätietoja:

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus. Teoksessa: Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, ym. Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla: Viljely, teknologia ja talous. Maa- ja elintarviketalous 46: 64-105. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf>

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2003. Miten mansikkaa pitäisi lannoittaa? Puutarha&kauppa 7, 2003/41: 14-15.

3.6 Mustaherukka hyötyy kastelulannoituksesta ja runsaasta kastelusta

Kalle Hoppula & Tapio Salo

Mustaherukan satotasot ovat viimeisten kahden vuosikymmenen aikana laskeneet Suomessa voimakkaasti. Vuosina 2001–2003 MTT Piikkiön toimipaikalla toteutetussa tutkimuksessa ”Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana avomaalla” selvitettiin kenttäkokeessa, voitaisiinko kastelua tai lannoitusta tehostamalla parantaa mustaherukan sadontuottoa. Lajikkeena kokeessa oli ’Mortti’, ja taimet istutettiin hietamaalle toukokuussa 2001.

Vuonna 2001 koko koe lannoitettiin pintalannoituksena rakeisilla lannoitteilla. Vuosina 2002 ja 2003 kokeessa testattiin kahta eri lannoitusmenetelmää, kastelulannoitusta tihkukastelun kautta ja pintalannoitusta rakeisilla lannoitteilla. Rakeiset lannoitteet annettiin keväällä ja kastelulannoitus jaettiin kevään ja satokauden välille. Kasteluvaihtoehtoja oli kolme. Tihkukastelu käynnistettiin ensimmäisen tensiometrin saavuttaessa 20 cm syvyydessä lukeman -150 hPa (kostein käsittely), -300 hPa tai -600 hPa (kuivin käsittely) ja pelto kasteltiin kenttäkapasiteettiin tasolle -50 hPa

Sadontuotto oli satovuosina 2002 ja 2003 paras käytettäessä kastelulannoitusta ja kastelurajaa -150 hPa, mutta ero muihin käsittelyihin ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Vuonna 2002 koko kokeen keskisato oli 519 g tainta kohti ja vuonna 2003 se oli 1740 g tainta kohti. Edellä mainitussa parhaiten menestyneessä käsittelyssä vastaavat satotasot olivat 604 g ja 2012 g tainta kohti.

Myös sadon sokeripitoisuutta kuvaava Brix-arvo oli molempina vuosina korkein käytettäessä kastelulannoitusta ja kastelurajaa -150 hPa. Tässä käsittelyssä keskimääräinen Brix-arvo vuonna 2002 oli 16,8, ja vuonna 2003 se oli 15,7, kun koko kokeessa vastaavat keskimääräiset arvot olivat 16,3 ja 15,0. Versonkasvu ja sadontuotto korreloivat positiivisesti: Mitä parempi vegetatiivinen kasvu, sen parempi sadontuotto. Kastelu ja lannoitustapa eivät vaikuttaneet marjakokoon.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella mustaherukkaa kannattaa kastella intensiivisesti ja kastelulannoittaa. Hyöty korostuu erityisesti silloin, jos sadosta saatava hinta on riippuvainen sadon sokeripitoisuudesta. Nykyisillä mustaherukan tuottajahinnoilla investointi tihkukasteluun ei kuitenkaan ole kannattavaa.

Lisätietoja:

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2003. Mustaherukan kastelulla ja lannoituksella lupaavia tuloksia. *Puutarha&kauppa* 7, 2003/47: 20-22.

Hoppula, K. & Salo, T. 2005. Tensiometer-based irrigation scheduling with different fertilization methods in black currant cultivation. *Acta Agriculturae Scandinavica B* 55: 229-235.

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus. Teoksessa: Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, ym. *Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla: Viljely, teknologia ja talous. Maa- ja elintarviketalous* 46: 64-105. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf>

3.7 Voimakas kastelu heikentää vadelman talvehtimistä

Kalle Hoppula & Tapio Salo

Merkittävin vadelman viljelyä Suomessa rajoittava tekijä on heikko talvehtiminen. Vuosina 2001–2003 MTT Puutarhatuotannossa toteutetussa tutkimuksessa ”Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana avomaalla” selvitettiin kenttäkokeessa kastelun ja lannoitusmenetelmien vaikutusta vadelman talvehtimiseen. Lajikkeena kokeessa oli ’Jatsi’ ja taimet istutettiin hietamaalle toukokuussa 2001. Talvehtimistä kokeesta mitattiin kahtena seuraavana vuonna, 2002 ja 2003.

Perustamisvuonna 2001 koko koe lannoitettiin pintalannoituksena rakeisilla lannoitteilla. Vuonna 2002 testattiin kahta eri lannoitusmenetelmää, kastelulannoitusta tihkukastelun kautta ja pintalannoitusta rakeisilla lannoitteilla. Rakeiset lannoitteet annettiin keväällä ja kastelulannoitus jaettiin kevään ja satokauden alun välille. Kastelukäsittelyjä oli kolme: tihkukastelu käynnistettiin tensiometrillä saavuttaessa 20 cm syvyydessä lukeman -150 hPa (kostein käsittely), -300 hPa tai -600 hPa (kuivin käsittely), ja pelto kasteltiin kenttäkapasiteettiin tasolle -50 hPa.

Runsas kastelu heikensi vadelman talvehtimistä, mutta lannoitusmenetelmällä ei ollut merkittävää vaikutusta. Kastelutasoista kuivin (-600 hPa) erottui muista ja antoi molempina koetalvina paremman tuloksen kuin kaksi kosteinta kastelutasoa. Keväällä 2002 täysin kuolleita oli -600 hPa:n käsittelyssä 34 % versoista ja muissa käsittelyissä 49 %. Täysin terveitä versoja oli vuoden 2002 keväällä -600 hPa:n käsittelyssä 55 % ja muissa käsittelyissä 38 %. Vastaavasti keväällä 2003 täysin kuolleita oli -600 hPa:n käsittelyssä 28 % versoista ja muissa käsittelyissä 68 %. Täysin terveitä oli vuoden 2003 keväällä -600 hPa:n käsittelyssä 24 % versoista ja muissa käsittelyissä vain 3 %.

Vadelma tarvitsee vettä kasvuun ja sadontuottoon, mutta syksyllä annettu kastelu kiihdyttää vegetatiivista kasvua ja heikentää kasvin karaistumista talveen. Siksi suosittelemme, että runsasta kastelua myöhään kasvukaudella olisi vältettävä.

Lisätietoja:

Hoppula, K. & Salo, T. 2003. Liiallinen kastelu heikensi vadelman talvehtimistä. Puutarha&kauppa 7, 2003/25-26: 24-25.

Hoppula, K. & Salo, T. Effect of the irrigation and fertilization methods on red raspberry winter survival. Acta Agriculturae Scandinavica B 56. (Painossa).

Hoppula, K., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Marjakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus. Teoksessa: Terhi Suojala, Kalle Hoppula, Kalle Kankaanhuhta, ym. Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla: Viljely, teknologia ja talous. Maa- ja elintarviketalous 46: 64-105. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf>

3.8 Mansikan sienitautien kestävyiden vahvistaminen endofyytisellä bakteerilla

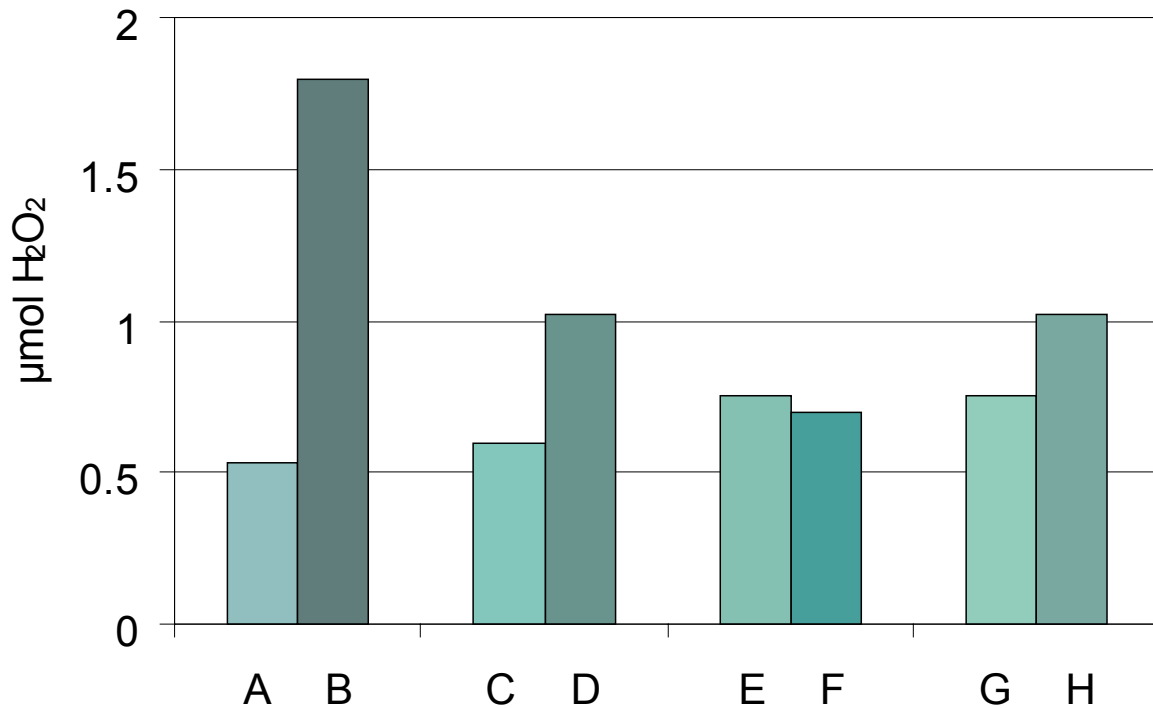
Otto Toldi¹ & Seppo Sorvari

¹Agricultural Biotechnology Center, Gödöllő, Hungary

Tutkimuksessa käytetty, mansikasta eristetty *Pseudomonas fluorescens* -bakteerin kanta k326 on mansikalle hyödyllinen, mutta kasvi voi kolonisaation yhteydessä reagoida siihen kuin patogeeniinkin. Tyypillisiä reaktioita ovat esimerkiksi fytoaleksiinien muodostus, solun seinämän vahvistaminen, hydrolyyttisten entsyymien ja muiden puolustukseen liittyvien proteiinien muodostuminen tai hypersensitiivinen reaktio. Hypersensitiivisen reaktion seurauksena tapahtuu muutoksia solujen ionitasapainossa, solukalvoissa ja soluseinämän pH:ssa sekä reaktiivisten happiyhdisteiden, kuten vetyperoksidin (H₂O₂), superoksidien O₂ ja hydroksyyliiradikaalien (OH), muodostusta ja vapautumista.

Vetyperoksidin on todettu estävän tai heikentävän patogeenisia mikrobeja ja vahvistavan kasvin omia suojamekanismeja kuten esimerkiksi fenolisten yhdisteiden muodostumista. Koska fenolisilla yhdisteillä on antimikrobisia vaikutuksia ja keskeinen entsyymi niiden metabolismissa on fenyylialaniini-ammoniumlyyaasi (PAL), myös PAL:n ja eräiden sen säätelemien fenolisten yhdisteiden muutoksia tutkittiin. Mansikan sienitauteja aiheuttavat patogeenit, joita kokeessa käytettiin, olivat harmaahome (*Botrytis cinerea*), tyvimätä (*Phytophthora cactorum*) sekä juurilahoa aiheuttava *Fusarium oxysporum*.

Mansikan kolonisaatio *P. fluorescens* -bakteerilla aiheutti voimakkaan H₂O₂-vasteen (Kuva 8). Tulosten perusteella *P. fluorescens* -käsittely on eräänlainen ”rokotus”, joka virittää kasvin puolustusmekanismit muita vieraita mikrobeja vastaan. Patogeenisen infektion yhteydessä H₂O₂-pitoisuudet eivät kohoa vastaaville tasoille. Tulokset viittaavat siihen, että *P. fluorescens* -bakteerilla käsitellyt kasvit olivat tavallaan paremmin valmistautuneita otamaan vastaan patogeeniin hyökkäyksen. Tämä näkyi myös sieni-infektion aiheuttamien oireiden näkymisenä vasta merkittävästi myöhemmin bakteerilla käsitellyissä kasveissa.

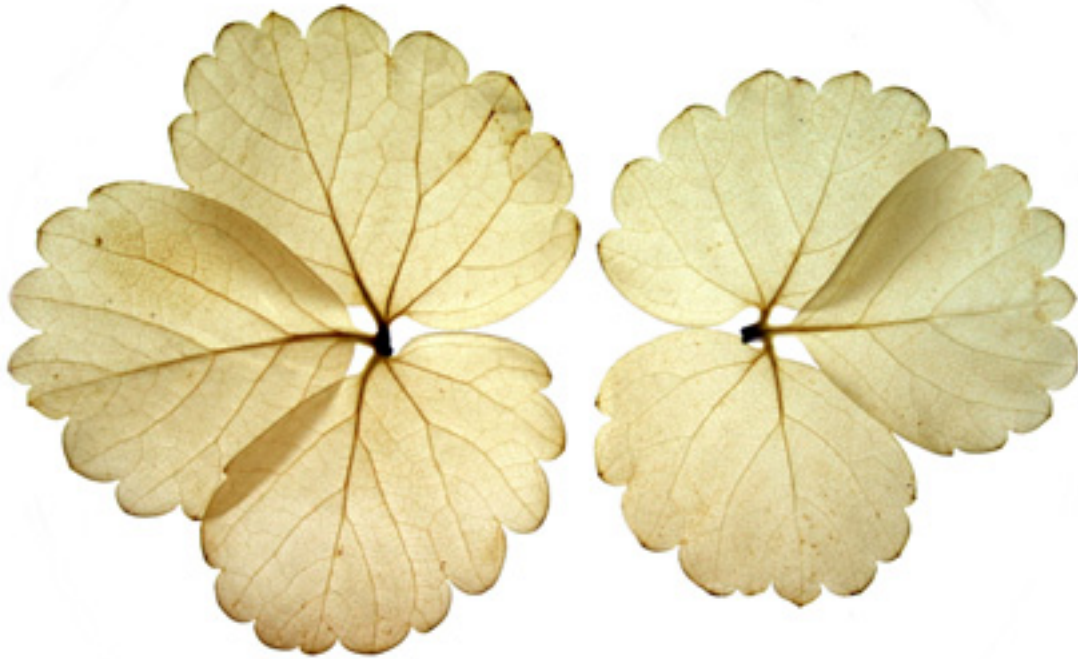


Kuva 8. *Botrytis cinerea* -, *Phytophthora cactorum* - ja *Fusarium oxysporum* -patogeenien ja *Pseudomonas fluorescens* -bakteerin vuorovaikutukset H₂O₂:n muodostukseen mansikan lehdissä 24 h käsittelyn jälkeen.

A) Käsittelemätön kontrollikasvi, B) *P. fluorescens* -käsitelty kasvi, C) *P. cactorum* -infektoitu kasvi, D) *P. fluorescens* -käsitelty, *P. cactorum* -infektoitu kasvi, E) *B. cinerea* -infektoitu kasvi, F) *P. fluorescens* -käsitelty, *B. cinerea* -infektoitu kasvi, G) *F. oxysporum* -infektoitu kasvi, H) *P. fluorescens* -käsitelty, *F. oxysporum* -infektoitu kasvi.

Myös H₂O₂:n esiintymistä ilmentävä *in situ* -värjäys osoitti, että *P. fluorescens* -bakteerilla käsitellyissä mansikoissa H₂O₂:a oli runsaammin kuin käsittelemättömissä mansikoissa (Kuva 9). Bakteerilla käsitellyssä lehdessä väritys levisi toisen asteen haarautumiakin kauemmas, kun käsittelemättömässä kasvissa väritystä näkyi vain pääsuonissa. PAL:n aktiivisuuden muutosta seurattiin 8 vrk:n ajan ja eräiden sen säätelien fenolien pitoisuudet mitattiin 2 vrk:n kuluttua infektiosta. Infektion yhteydessä *P. fluorescens* -bakteerilla käsitellyissä mansikoissa PAL:n aktiivisuus nousi jo 2 vrk:n sisällä merkittävästi nopeammin kuin käsittelemättömissä kontrollimansikoissa. Kontrollimansikoissa PAL aktiivisuus nousi merkittävästi noin viikon viiveellä. PAL:n aktiivisuuden lisäyksen seurauksena myös kahvihapon pitoisuudet nousivat nopeasti kaikissa mansikoissa, mutta *P. fluorescens* -bakteerilla käsitellyissä merkittävästi nopeammin kuin käsittelemättömissä.

Mansikan endofyyttisen *P. fluorescens* -bakteerin kannalla k326 tehdyt käsittelyt eivät näyttäneet vahingoittavan mansikkaa vaan vahvistavan sen kestävyttä taudinaiheuttajia vastaan. Laboratorio- ja kasvihuoneoloissa tehdyt infektiot taudilla ovat hyvin massiivisia, mutta siitä huolimatta bakteerikäsittelyn avulla saatiin aikaan huomattava viivästymisen taudin oireiden puhkeamisessa. Tämä voisi olla usein riittävää luonnon oloissa tapahtuvan infektiota torjumiseksi.



Kuva 9. H₂O₂:n ilmentäminen mansikan lehden suonissa värjäyksellä. Vasemmalla voimakkaasti värjäytynyt *P. fluorescens*-käsittely lehti, oikealla käsittelemätön lehti.

Lisätietoja:

- Ala-Kaarre, J. Kasvitautien biokontrolli bakteerien avulla. Biotekniikan insinöörin päättötyö: Turun Ammattikorkeakoulu 35 s. (Painossa).
- Aura, J. Endofyyttisen bakteerin vaikutusmekanismi mansikan tyvimädän torjunnassa. Pro gradu -tutkielma: Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos, 69 s. (Painossa).
- Aura, J., Hytönen, T., Valkonen, J. & Sorvari, S. Endophytic bacteria *Pseudomonas fluorescens* strain 326 and its effect on crown rot (*Phytophthora cactorum*) in strawberry. AB-RMS, 25 February – 3 March, 2006, Hamburg University, MIN Faculty, Hamburg, Germany. (Painossa).
- Kastu J. Nostoc-bakteerin eristys ja identifiointi mansikasta. Biotekniikan insinöörin päättötyö: Turun Ammattikorkeakoulun 37 s. (Painossa).
- Kukkurainen, S. 2005. Isolering, identifiering och lokalisering av endofytiska bakterier hos jordgubbe och smultron. Pro gradu avhandling, Åbo Academi, Institutionen för biologie, Turku, 74 s.
- Kukkurainen, S., Leino, A., Vähämäki, S., Kärkkäinen, H.R., Ahanen, K., Toldi, O., Rugenius R. & Sorvari, S. 2005. Occurrence and location of endophytic bacteria in garden and wild strawberry. HortScience 40: 348-352.
- Leino, A. 2003. Isolation, identification and localization of endophytic bacteria in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. L. and *F. vesca* L.). Pro gradu -tutkielma: Turun yliopisto, Biologian laitos. 69 s. + 6 liit.
- Sorvari, S. 2003. Mansikan endofyyttisten mikrobien tunnistus ja mansikan puhdistus mikrobeista. Loppuraportti. 11 s.
- Sorvari, S. 2003. Bakteerit - kasvien elämäkumppanit. Puutarha&kauppa 7, 2003/25-26: 10.
- Sorvari, S. 2003. Mansikan endofyyttiset bakteerit. In: Tiina Hovi (toim.), Salla Karhu (toim.), Minna-Maria Linna (toim.) & Terhi Suojala (toim.). Sadonkorjuu - tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 : Harvest - horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 34-35. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>

Toldi, O. & Sorvari, S. Signal exchange between endophytes and hosts: metabolic consequences that can influence food quality and postharvest storage. In: S. Sorvari and O. Toldi (eds.) EBA 2005: Proceedings of the 1st International Conference on Plant-Microbe Interactions: Endophytes and Biocontrol Agents. Saariselkä, Lapland, Finland, 2005, April 18 – 22. (Painossa).

3.9 Kotimaisen pensasmustikan kukkien hallankestävyys

Katarzyna Strzelecka¹ & Risto Tahvonen

¹Wroclaw University of Agriculture, Wroclaw, Poland

Keväällä esiintyvät hallat uhkaavat pensasmustikan sadon kehitystä. Tutkimuksessa selvitettiin kotimaisten puolikorkeiden pensasmustikoiden, Aino- ja Alvar-lajikkeiden kukkasilmujen pakkaskestävyyttä. Ruukutettuja, satoikäisiä pensaita pidettiin kukintavaiheessa -1 , -3 ja -5 °C lämpötiloissa 2, 4 tai 8 tuntia. Käsittelyjen jälkeen kukkien kunto havainnoitiin vaurioita ilmentävän värimuutoksen perusteella. Kukat luokiteltiin niiden kehitystason mukaan, ja kaikkein nuorimmat jätettiin havainnoinnin ulkopuolelle.

Kotimaisten lajikkeiden kukat kestivät hyvin -1 ja -3 °C lämpötiloja. Jopa 8 tuntia jatkuneen käsittelyn vaikutukset kukkiin jäivät vähäisiksi. Sen sijaan -5 °C lämpötila aiheutti voimakkaat kukkavauriot jo 2 tunnin käsittelyssä. Kukkien kehitystaso vaikutti niiden hallanherkkyyteen: kestävimpiä olivat nupullaan olevat kukat.

Loppukesällä havainnoitiin pensasiin kehittyvien marjojen määrä. Käsittelyt -1 tai -3 °C lämpötiloissa eivät vähentäneet marjasatoa. Marjoja kehittyi hyvin vähän -5 °C lämpötilassa olleisiin pensasiin, vain 1–2 % verrannekasvien marjamäärästä. Harvat, kehittyneet marjat jäivät myös pienemmiksi kuin muissa käsittelyissä olleiden pensaiden marjat. Hallakäsittelyt -5 °C lämpötilassa sekä pisimmät, 4:n ja 8 tunnin käsittelyt -3 °C lämpötilassa vähensivät myös siementen lukumäärää marjoissa.

3.10 Omajuuriset omenapuut

Marjatta Uosukainen

Omajuurisilla tarhaomenapuilla kasvua säätelee kasvin oma perimä, ei perusrunko. Omajuurisilla puilla juuriston ja versoston keskinäinen kehitys on tasapainoista eikä verso- ja juuriosan välillä esiinny hylkimistä. Omajuuriset omenapuut soveltuvat erityisesti kotipuu-tarhoihin. Puun tyveltä kasvavista vesoista voi kasvattaa uuden puun, jos päärunko vaurioituu. Puiden omajuurisuuden merkitys kasvaa sitä suuremmaksi mitä pohjoisempaan omenapuita viljellään.

Omajuuristen omenapuiden viljelyominaisuuksia ja talvenkestävyyttä on seurattu MTT Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla yli 15 vuoden ajan. Viljeltyjen lajikkeiden juuriston talvenkestävyyttä verrattiin talvenkestävään YP-perusrunkoon.

Samalle kentälle istutettiin YP-puita sekä lajikkeet Make ja Pirja omajuurisina sekä ympättyinä YP-perusrungoille, ja puiden juuristoalueelta poistettiin talvisin lumi. Vuosina 1993–1997 ei todettu mitään juuristovaurioita eikä eroja kasvien talvehtimisessä ja kasvussa juuristotyypin mukaan.

Omajuuristen viljelylajikkeiden talvehtimistä, kehitystä ja kasvutapaa seurattiin laajemmin vuosina 1992–2005 lajikkeilla 'Jaspi', 'Pirja', 'Maikki', 'Make' ja 'Samo' sekä omajuurisina että YP-perusrungolle ympättyinä. Seurantajaksona ei todettu eroja puiden talvehtimisessä. Omajuuriset puut olivat juuristoltaan vahvoja, eikä niitä tarvinnut tukea. Puut tulivat satoikään saman ikäisinä eikä satomäärissä tai sadon laadussa ollut eroja juuristotyypin mukaan. Puiden kasvu oli lajikkeelle tyypillinen: 'Pirja' kasvoi hillitysti, 'Jaspi' melko hillitysti, 'Maikki', 'Make' ja 'Samo' voimakkaasti.

Laukaassa on havainnoitu omajuurisina viljeltyjen lajikkeiden talvehtimistä myös varrenusoksien tuotantoon tarkoitettulla koekentällä. Edellä mainittujen lajikkeiden lisäksi yli viisi vuotta hyvin talvehtivia lajikkeita ovat olleet suomalaiset 'Konsta', 'Sandra' ja 'Vuokko' sekä ulkomaiset 'Geneva Early', 'Valkea Kuulas' ja 'Rescue'. Hieman heikommien talvehtivia lajikkeita olivat 'Chestnut', 'Lobo' ja 'Summerred'. 'Aroma', 'Åkerö' ja 'Åkerö Hassel' talvehtivat heikosti tai kuolivat jo pikkutaimina.

Omenapuun perusrunkojen talvenkestävyyttä verrattiin istuttamalla aitouskokeeseen perusrunkopuita ilman varrennosta. Ainoastaan YP selvisi Laukaassa useita vuosia vaurioitta. Muut perusrungot, B9, MTT1, MTT2, MTT3 ja M26 talvehtivat heikosti ja niiden versot paleltuivat toistuvasti maan tasalle. Useat omenapuulajikkeemme ovat siis kestävämpiä kuin perusrungot, joille niitä yleisesti varrennetaan.

Omenapuun mikrolisäys on usein hankalaa, ja onnistumisessa lajikekohtaiset erot ovat suuria. Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla on vuosien kuluessa testattu 21 omenalajikkeen mikrolisäystä ja mahdollisuutta tuottaa niistä omajuurisia taimia. Mikrolisäys onnistui 18 lajikkeella, joista kahdeksan lisäys mahdollistaa kaupallisen tuotannon.

Laboratoriossa lisätty omenan mikropistokas on noin 2–3 cm mittainen pieni verso, ja se juurrutetaan kasvihuoneessa. Juuret alkavat työntyä esiin 10–14 vrk:n kuluttua pistämisestä. Kahden kuukauden kuluttua taimi on 20 cm mittainen, 4 kk:n kuluttua 30 cm ja 6 kk:n kasvatuksen jälkeen noin 70 cm. Tässä vaiheessa taimien annetaan vaipua talvilepoon. Lepotilaiset piiskataimet pussitetaan, ja toisen kasvukauden jälkeen, 18 kk:n ikäisenä taimi on muodostanut latvuksen ja saavuttanut myyntikoon, joka on noin 150 cm.

4 Vihannestuotanto



4.1 Avomaankurkkua tehokkaasti tarkalla viljelytekniikalla

Terhi Suojala-Ahlfors

Avomaankurkku on tärkeä teollisuuden sopimuskasvi. Tuotannon kannattavuuden takia sadon määrän ja laadun on oltava korkeita. Hankkeessa ”Tihkukastelu ja kastelulannoitus puutarhakasvien sadon varmistajana avomaalla” ohjeistettiin avomaankurkun kastelua ja lannoitusta vuosina 2001–2003. Tutkimuksen muissa osissa mitattiin kastelumenetelmien työnmenekkiä ja arvioitiin tihkukastelun taloudellisuutta Työtehoseurassa ja MTT Taloustutkimuksessa.

Koekasvit hyötyivät tasaisesta maan kosteudesta, joka saavutettiin aloittamalla kastelu, kun kosteutta mittaavat tensiometrit osoittivat -150 – -300 hPa:n imua. Kokeet osoittivat myös, että avomaankurkun kastelulannoituksessa voidaan päästä tehokkaaseen lannoituksen hyötysuhteeseen. Yleensä typen kokonaismääräksi riittää 120 – 140 kg ha^{-1} , josta $1/3$ – $1/2$ voidaan antaa peruslannoituksessa ja loput kastelulannoksena. Myös kalium jaetaan perus- ja kastelulannoitukseen, mutta muut ravinteet voidaan antaa keväällä koko kasvukautta varten. Peruslannoituksella tuotetaan pääosa versostosta, ja kastelulannoitus aloitetaan hieman ennen satokauden alkua.

Tutkimuksessa mitattiin myös kasvien ravinteiden ottoa. Kurkku ottaa maasta tehokkaasti ravinteita: satotonna kohti pelloilta poistuu $1,2$ – $1,5$ kg typpeä, $0,3$ – $0,4$ kg fosforia ja $2,0$ – $2,2$ kg kaliumia. Taloustutkimus osoitti, että tihkukastelu on kannattavaa vasta korkealla satotasolla. Avomaankurkulla kannattavan tuotannon rajan laskettiin olevan noin 55 tonnia hehtaaria kohti.

Lisätietoja:

- Suojala, T. 2003. Uusia eväitä avomaankurkun lannoitukseen. Puutarha&kauppa 7, 2003/6: 4-5.
- Suojala, T. 2003. Avomaankurkku ottaa kiivaasti ravinteita maasta. Koetoiminta ja käytäntö 60, 2 (9.6.2003): 16. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v60n2s16.pdf>
- Suojala, T. 2003. Kastelulannoitus vie ravinteet kurkulle. Koetoiminta ja käytäntö 60, 2 (9.6.2003): 16. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v60n2s16.pdf>
- Suojala, T. 2003. Avomaankurkku tihekkästä aikaan. In: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (toim.). Sadonkorjuu - tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002. Harvest - Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: s. 44. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>
- Suojala, T. 2004. Tihekkästä luo uusia mahdollisuuksia avomaankurkun lannoitukseen. Puutarha&kauppa 8, 2004/19 plus: 14-15.
- Suojala, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Avomaankurkku hyötyy tihekkästä. In: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2004, 12.-13.1.2004 Viikki, Helsinki Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote 19: 2 s. <http://www.smts.fi/julkaisut.htm>
- Suojala, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Drip irrigation and fertigation of pickling cucumber. In: Numero speciale/Special Issue : ISHS Symposium, Towards ecologically sound fertilisation strategies for field vegetable production, Perugia, Italy, 7-10 June 2004. Italus Hortus e Notiziario SOI di Ortoflorofrutticoltura 11, 3: 27-28.
- Suojala, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. & Tikanmäki, E. 2004. Avomaankurkku hyötyy tihekkästä. In: Suojala, T. ym. Puutarhakasvien tihekkästä ja kastelulannoitus avomaalla : Viljely, teknologia ja talous. Maa- ja elintarviketalous 46: 30-63. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met46.pdf>
- Suojala-Ahlfors, T., Salo, T. 2005. Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstances. Scientia Horticulturae 107: 11-16.
- Suojala-Ahlfors, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. & Tikanmäki, E. 2005. Nutrient demand and uptake by pickling cucumber under drip irrigation in a northern climate. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 80: 498-502.

4.2 Teollisuuden jäähdytysveden käyttö kylmänarkojen kasvien viljelyssä

Marja Kallela

Teollisuuden jäähdytysvesien on todettu aiheuttavan meriveden paikallista lämpenemistä ja vesikasvillisuuden rehevöitymistä. Olkiluodossa Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) ydinvoimalaitoksen jäähdytysjärjestelmän läpi kulkiessaan merivesi lämpiää noin 13 astetta. Ydinvoimalan jäähdytysvesi ei ole tekemisissä ydinvoimaproessin kanssa. MTT teki rauhalaisten Kasvutaito-yrityksen ja TVO:n kanssa vuosina 2002–2004 selvityksen maanalaisessa putkistossa ennen mereen purkua kiertävän jäähdytysveden aiheuttaman maanlämpenemisen vaikutuksista avomaankasvien viljelyyn ja satokauden pidentämiseen.

Koekasveiksi valittiin ilmastollisesti arkoja tai vähän viljeltyjä lajeja: sokerimaissi, tilli, vesimeloni, meloni ja rapeakeräsalaatti sekä monivuotiset viiniköynnös ja kalla. Verrannekasvina käytettiin tilliä, joka ilmentää hyvin kasvuolosuhteiden muutoksia tai puutteita.

Viiniköynnöksen ja kalkan viljelyalue pidettiin sulana ympäri vuoden kierrättämällä jäähdytysvettä koko alueelle 40 senttimetrin syvyyteen rakennetussa vesiputkistossa, minkä jälkeen vesi johdettiin takaisin mereen. Koevuosien kuluessa viiniköynnös tuotti satoa vasta vähän. Kalkan sato oli heikko lämpimien keskikesien vuoksi. Kalkan juurakot kuitenkin talvehtivat lämmitetyllä avomaalla hyvin.

Yksivuotisten kasvien kasvatusta aloitettiin maalisi- ja huhtikuun lopussa. Maan sulatus aloitettiin noin kuukautta aiemmin. Kahtena ensimmäisenä vuotena kasvit peitettiin kasvuharsolla hallantorjuntaa varten alkukasvukaudesta. Vuonna 2004 rakennettiin kausihuone, johon istutettiin, kuten avomaallekin, sokerimaissia, rapeaa keräsalaattia, vesimeloniam ja kylvettiin tilliä eri aikoina.

Vuodet 2002 ja 2004 olivat lämpöoloiltaan tavanomaisia, mutta vuonna 2003 kevät oli kylmempi ja syksy lämpimämpi kuin keskimäärin. Lämmitetty kasvualusta ja kasvuharso eivät aikaistaneet lämpöä vaativien kasvien satoa. Viileässä ilmastossa hyvin menestyvien kasvien kuten tillin ja rapean keräsalaatin satoa voitiin kerätä kausihuoneesta lämmitetyltä kasvualustalta toukokuun lopulla eli kuukautta aiemmin kuin avomaan vihannestuetannossa tavanomaisesti.

Lämmitetyltä avomaalta saatiin satoa viikkoa myöhemmin kasvuharson avulla. Sokerimaissia voitiin vuonna 2004 kerätä kausihuoneesta 23. heinäkuuta, lähes kahta viikkoa aiemmin kuin avomaalta, jossa sadonkorjuu alkoi 4.8. Keskimäärin sokerimaissin sato alkaa normaalioloissa elokuun puolivälissä, mutta joskus jo elokuun alussa. Yleensä vesimelonista ei Suomessa saada satoa kuin joka toinen tai kolmas vuosi. Näissä kokeissa vesimelonista saatiin satoa joka vuosi. Jopa meloni, jonka viljelyä testattiin vuonna 2004, tuotti hyvän sadon elokuun lopulla.

Lisätietoja:

Kallela, M. 2004. Loppuraportti : Jäähdytysveden käyttö maanlämmitykseen kasvukauden pidentämiseksi avomaanvihanneksilla Teollisuuden Voima Oy:n koekentällä 2001-2004. 20 s. + 2 liit.

Kallela, M. 2004. Teollisuus tarjoaa lämmikettä kasveille. Koetoiminta ja käytäntö 61, 1 (15.3.2004): 12. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n01s012b.pdf>

4.3 Tarhaherneen fysikaalinen rikkakasvintorjunta

Marja Kallela & Petri Vanhala

Tarhaherneitä viljellään Suomessa pakasteherneeksi vuosittain noin 1000 hehtaarin alalla. Pakasteherneen suurimpana laatuongelmana ovat herneen siementen kanssa samankokoiset ja -väriset rikkakasvien nuput tai mykeröt. Hankkeessa ”Luomukasvien tuotanto teollisuudelle” testattiin kasvukausina 2001–2003 fysikaalisia torjuntamenetelmiä rikkakasvien vähentämiseksi tarhaherneen luomuviljelyssä.

Kokeet tehtiin vuosina 2001 ja 2002 MTT Vihanneskoepaikalla Kokemäellä sekä vuonna 2003 tilakokeena Ulvilassa. Lajikkeena oli Kokemäellä lehdellinen ’Avola’ ja Ulvilassa ’Skylark’, joka on lehdetön, isokorvakeellinen ja voimakaskärhinen lajike. Lannoitteena käytettiin 1000 kg ha⁻¹ Biolan Extra -broilerinlantaa (4 % N, 1 % P, 2 % K).

Testatut käsittelyt olivat kaikkina koevuosina seuraavat: 1) aikaistettu kylvömuokkaus ja liekitys juuri ennen herneen pintaan tuloa; 2) rikkakasviäestys kerran herneen ollessa kolmelehtiasteella; 3) rikkakasviäestys kaksi kertaa: juuri ennen taimen pintaan tuloa ja kolmelehtiasteella; sekä 4) verrannekäsittely, jossa rikkakasveja ei torjuttu. Lisäksi käsitteilynä oli vuosina 2001 ja 2002: 5) tiheäkylvö eli yleistä suositusta 50 % korkeampi kylvötiheys; ja vuonna 2001: 6) lanaus lankulla herneen taimettuessa. Torjuntatoimenpiteiden ajoitus on esitetty Taulukossa 3.

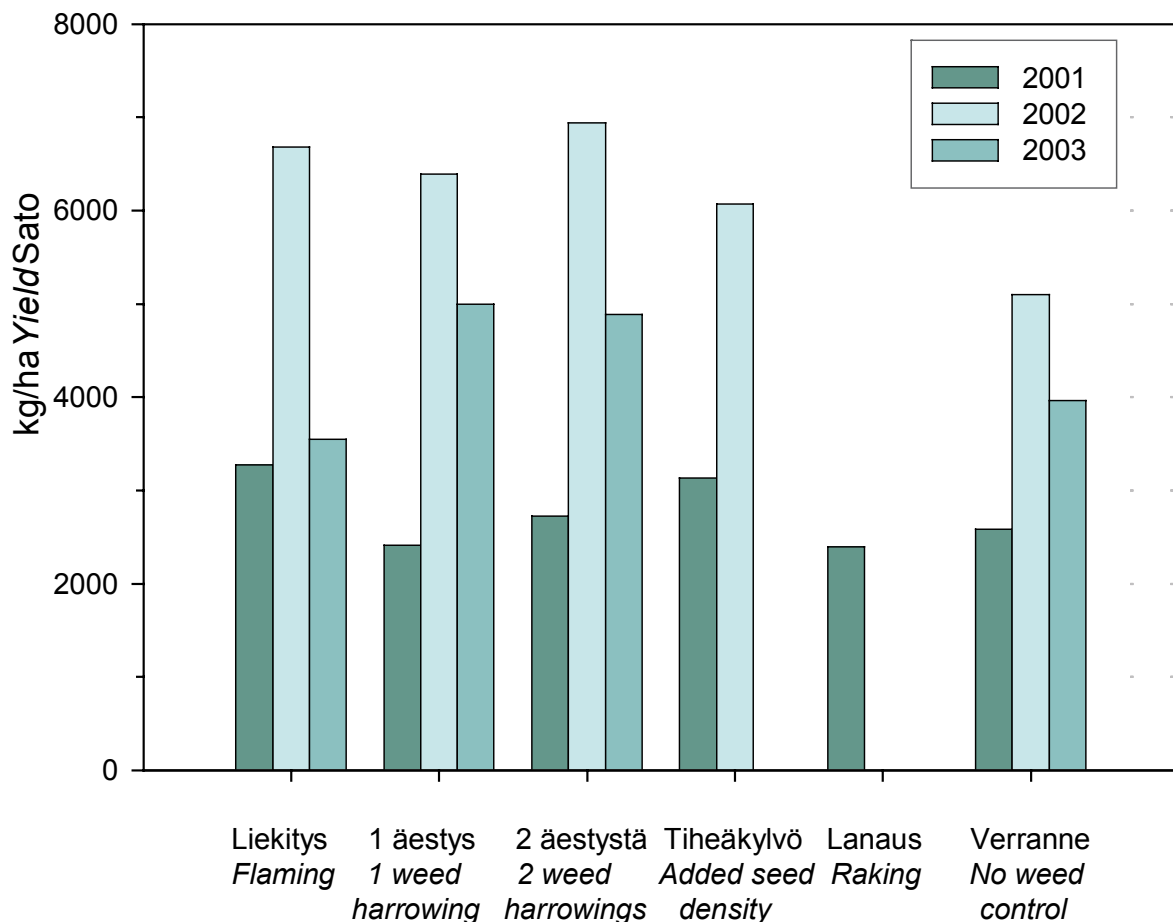
Taulukko 3. Herneen kylvön ja torjuntäkäsittelyjen ajoitus vuosina 2001–2003 (pv.kk.).

Table 3. Garden pea sowing dates and weed control dates in years 2001-2003 (dd.mm.).

Vuosi Year	2001	2002	2003
Lajike Variety	Avola	Avola	Skylark
Aikaistettu kylvömuokkaus (käsittely 1) <i>Early tilling of seedbed (treatment 1)</i>	15.05.	15.05.	12.06.
Kylvömuokkaus (käsittelyt 2–6) <i>Tilling of seedbed (treatments 2–6)</i>	29.05.	29.05.	23.06.
Kylvö Sowing	29.05.	29.05.	23.06.
Liekitys (käsittely 1) <i>Flaming (treatment 1)</i>	11.06.	05.06.	30.06.
Lanaus (käsittely 6) <i>Raking with plank (treatment 6)</i>	12.06.	-	-
Varhainen rikkaäestys (käsittely 3) <i>Early weed harrowing (treatment 3)</i>	12.06.	07.06.	30.06
Rikkaäestys (käsittelyt 2–3) <i>Weed harrowing (treatments 2–3)</i>	21.06.	10.06.	07.07.

Kahtena ensimmäisenä vuonna aikaistettu kylvömuokkaus ja liekitys toimivat hyvin, mutta kolmantena vuonna herne sai vaurioita liekityksessä ja sato jäi pienemmäksi kuin verranekäsittelyssä. Suurennettu kylvötiheys tuotti vuonna 2001 toiseksi parhaan sadon, tosin silloin sadot olivat heikkoja kuivuuden takia. Vuonna 2002 tämän käsittelyn sato oli heikompi kuin muilla torjuntamenetelmillä. Vuonna 2003 saatiin parhaat sadot rikkaäestyksillä, ja myös vuonna 2002 rikkaäestettyjen käsittelyjen sadot olivat hyviä. (Kuva 10).

Äestys ja aikaistettuun kylvömuokkaukseen yhdistetty liekitys osoittautuivat käyttökelpoisiksi rikkakasvien torjuntamenetelmiksi tarhaherneelle. Rikkaäestys on taloudellisesti edullisempi keino eikä aivan niin herkkä torjunta-ajankohdan viivästymiselle kuin liekitys. Tutkimus osoitti, että luomuherneestä voidaan saada tavanomaisesti viljeltyä hernetä vastaava hyvä sato, kun rikkakasvit torjutaan ennakoivasti fysikaalisilla menetelmillä viljelykasvia vaurioittamatta.



Kuva 10. Hernesadot vuosina 2001–2003.

Figure 10. The yield of garden pea in 2001–2003.

Lisätietoja:

Kallela, M., Nissinen, A., Suojala, T. 2004. Vaihtoehtoja ravinnetalouden ja kasvintuhoojien hallintaan laajamittaisessa luomuvihannesviljelyssä. Maa- ja elintarviketalous 49: 62 s. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met49.pdf>

Kallela, M., Nissinen, A., Vanhala, P., Suojala-Ahlfors, T., Jaakkola, S. 2004. Lisää luomukasviksia pelloilta. Koetoiminta ja käytäntö 61, 4 (13.12.2004): 15. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n04s15a.pdf>

Kallela, M., Vanhala, P., Talvitie, A. 2004. Pakasteherneen fysikaalisten rikkakasvintorjuntamenetelmien vaikutus satoon. In: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2004, 12.-13.1.2004 Viikki, Helsinki. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 19: 3.

<http://www.smts.fi/MTP%20julkaisu%202004/posterit04/pt02.pdf>

Talvitie, A. 2003. Fysikaaliset rikkakasvintorjuntamenetelmät ja saunakukan (*Tripleurospermum inodorum*) kehitysrytmi pakastehernekasvutossa (*Pisum sativum* var. *sativum*). Pro gradu -tutkielma: Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos. 83 s.

4.4 Vihannesten lajikevalintaa käyttötarkoituksen mukaan

Marja Kallela, Petri Vanhala & Terhi Suojala-Ahlfors

Suomessa viljellyt vihanneslajikkeet ovat peräisin pääasiassa Keski-Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta. Meillä vihanneskasvien menestymistä rajaa kasvukauden ja päivän pituus. Tutkimushankkeessa etsitään kasvuoloihimme ja erilaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia lajikkeita, kuten varastointia kestäviä ja pestyinä säilyviä porkkanalajikkeita, kasvuston kateharsoa sietäviä parsakaalilajikkeita, tuorekauppaan soveltuvia jäävuorisalaatin lajikkeita ja avomaankurkun lajikkeita elintarviketeollisuudelle. Tutkimuksessa selvitetään lajikkeiden biologisia ja viljelytekniisiä ominaisuuksia, satoisuutta ja sadon laatua. Laadun arviointiin osallistuvat hankkeen yhteistyötahot, jotka selvittävät lajikkeiden soveltuvuutta omiin tuotanto- ja jakeluvaiheisiinsa. Parsakaalin, jäävuorisalaatin ja porkkanan aistinvaraisista arvioinneista on vastannut Ruokakesko Oy:n laboratorio.

Avomaankurkun lajikekokeet alkoivat Piikkiössä vuonna 2002. Sadoltaan parhaita kurkkulajikkeita olivat Nunheimin 4023 ja Nunheimin 4025. Keskisatoinen RS 2211 oli maultaan hyvä ja aromikas. Suurimmat sadot tuottaneiden lajikkeiden satokausi alkoi verraten aikaisin. RS 2080 -lajikkeella satokausi alkoi myöhemmin, mutta sato oli kuitenkin keskimääräistä suurempi. Vanhoista lajikkeista menestyi parhaiten 'Opalit'. Eniten kauppakelpoista satoa kokonaissadosta tuottivat Bejo 2698 sekä Rijk Zwaanin lajikkeet 'Majestosa' ja 'Dirigent'.

Parsakaalin lajikekokeet toteutettiin vuosina 2004–2005 yhdellä luomutilalla ja toisella tilalla sekä luomu- että tavanomaisena viljelynä. Makutesteissä luomutilan parsakaali voitti tavanomaisesti viljellyn parsakaalin kaikkina koevuosina. Tämä voi selittyä luomutilan viljelymaan erinomaisella kunnolla. Lajikkeista erottuivat edukseen sekä tuoreina että keitettyinä 'Fellow' ja 'Montop'. Myöhäisistä lajikkeista parhaimpia olivat 'Ironman', kauan viljelyssä ollut 'Marathon' sekä 'Monaco'. Monaco-lajikkeen ulkoista laatua heikensi sen varren onttaus. 'Marathon' puolestaan kärsi bakteeritaudeista. Vastoin oletuksia kateharso ei huonontanut parsakaalin ulkoista laatua, vaikka harso poistettiin vasta kaksi viikkoa ennen sadonkorjuun alkua. Kateharson mahdollisimman pitkään jatkuva käyttö suojelee parsakaalia tuholaisilta sekä paahavalta kuumuudelta.

Rapean keräsalaatin eli jäävuorisalaatin lajikekokeet tehtiin Piikkiössä vuosina 2004–2005. Salaattia istutettiin touko-, kesä- ja heinäkuun puolivälissä. Kunkin istutuksen sato korjattiin kahtena kertana, 3–7 päivän välein. Useimmilla lajikkeilla otollinen korjuuaika oli verraten lyhyt. Varhain korjatussa sadossa oli runsaasti pieniä, alle 300 g painavia salaatinkeiriä, kun taas myöhemmin kerätyissä salaateissa alkoi olla laatuongelmia: lehdenreunapoltetta, mätää ja harmaahometta. Varmimpia sadontuottajia olivat lajikkeet Ardinan, Dover, Platinan ja Robinson. Kaikki tutkitut lajikkeet saivat hyvät arvosanat aistittavasta laadusta. Parhaalta maistui 'Ardinan'.

Porkkanan varastolajikkeiden kokeet toteutettiin tiloilla Hämeessä ja Varsinais-Suomessa vuosina 2004–2005. Porkkanan sato sekä maku ja muut aistinvaraisesti arvioidut ominaisuudet vaihtelivat näyte-erittäin. Lajikkeissa oli eroja myös kasvupaikan mukaan, eikä niitä siksi voi asettaa yksiselitteiseen paremmuusjärjestykseen. Esimerkiksi 'Maestro', 'Soprano' ja 'Ceres' olivat usein satoisimpien lajikkeiden joukossa, mutta joissakin kokeissa ne menestyivät heikommin. Lajikkeiden säilyvyydessä oli eroja. Hyvin varastossa säilyviä lajikkeita olivat 'Maestro' ja 'Nelix'. Sen sijaan 'Dordogne' oli eräs huonoimmin säilyvistä lajikkeista. Lajikkeiden Ceres ja Negovia säilyvyys vaihteli samanakin vuonna kasvupaikasta riippuen.

Lisätietoja:

- Kallela, M. & Lehtonen, S. 2005. Parsakaalin lajikekokeet sateen ja lämmön kourissa. Puutarha&kauppa 9, 2005/43 plus: 8-9.
- Kallela, M. & Peltue, T. 2004. Luomuparsakaalin lajikekokeita Hämeen tiloilla. Puutarha&kauppa 8, 2004/47 plus: 6-7.
- Kallela, M. & Peltue, T. 2005. Variety trials of broccoli in organic farming. NJF Report 1, 1: 73-75.
- Suojala, T. 2004. Vihannesten lajiketutkimusta yhteisvoimin. Puutarha&kauppa 8, 2004/30: 12-13.
- Suojala-Ahlfors, T. 2004. Finska sortförsök på grönsaker. Trädgårdsnytt 58, 2004/17: 14-15.
- Suojala-Ahlfors, T. 2004. Jäävuorisalaattia tarjolla alkukesästä syksyyn asti. Koetoiminta ja käytäntö 61, 3(18.10.2004): 4. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n0304a.pdf>
- Suojala-Ahlfors, T. 2005. Porkkanalajikkeita vertaillaan tiloilla. Koetoiminta ja käytäntö 62, 1 (21.3.2005): 12. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n01s12b.pdf>
- Suojala-Ahlfors, T. 2005. Salaattilajikkeet sadekesän koeteltavina. Puutarha&kauppa 9, 2005/17 plus: 6-7.
- Suojala-Ahlfors, T., Veteläinen, M. & Linnainmaa, M. 2005. Varastoporkkanan lajikekokeista vaihtelevia tuloksia. Puutarha&kauppa 9, 2005/17 plus: 4-5.

5 Viherrakentaminen ja taimituotanto



5.1 Uusia FinE[®]-kasveja

Sirkka Juhanoja

FinE[®]-tavaramerkki otettiin käyttöön vuonna 1997 Suomessa tutkittujen, korkealaatuisten taimien tunnuksena. Vuosina 2003–2005 valikoimaan on nimetty kaksi matalaa pajua, kolme tyrnilajiketta, kolme kirsikkalajiketta ja yksi punaherukkakanta. Tähän mennessä tavaramerkin käyttöoikeus on myönnetty 19 koristepensaalle ja 20 marja- tai hedelmäajikelle.

Peittopaju (*Salix × aurora*) 'Tuhkimo' ja paljakkapaju (*S. glauca* var. *callicarpaea*) 'Haltia' ovat erittäin kestäviä, helposti kasvuun lähteviä ja maanpeittotarkoitukseen sopivia. Molemmat lajit ovat noin puoli metriä korkeita, terveitä ja talvenkestäviä ainakin Pohjois-Pohjanmaalla saakka. Ne soveltuvat hyvin erilaisiin luiskiin ja menestyvät myös liikennealueilla. Parhaiten ne viihtyvät aurinkoisella paikalla melko karussa maaperässä. Myös nurmikon korvikkeena luonnonmukaisilla alueilla lajeille on käyttöä. Peittopajun lehdet ovat pienet, tummanvihreät ja kiiltävät ja muistuttavat tuhkapensaalle lehtiä. Versot ovat voimakkaan punaruskeat. Emikukinnot aukeavat aikaisin keväällä yhtä aikaa lehtien puhkeamisen kanssa. Tällä pajulla voitaisiin korvata monessa tapauksessa arat matalat tuhkapensaat. Paljakkapaju on kotoisin Grönlannista. Lehdet ovat harmaanukkaiset ja versot punertavat. Keväällä heti lehtien puhkeamisen jälkeen ilmestyvät kukinnot ovat pehmeän harmaanukkaisia. Syysväritys on kirkkaankeltainen, mutta sillä ei ole maisemallista merkitystä, koska lehdet varisevat nopeasti värityksen jälkeen.

Hapankirsikka 'Inkeröisten Kuulusmarja' kehittyy nopeasti ja tulee satoikään nopeammin kuin hapankirsikat keskimäärin. Sillä on kohtalaisen isot, kirkkaanpunaiset, makeat, me-

hukkaat marjat. Hedelmäliha on vaalea ja mehu kirkasta. Sato kypsyy heinäkuun puolenvälin jälkeen. Kauniin kasvutapansa vuoksi 'Inkeröisten Kuulasmarjo' soveltuu myös koristetarkoituksiin. Lajike menestyy Keski-Suomessa saakka. Toinen hapankirsikka lähettyvillä varmistaa kukkien pölyttymisen.

Hapankirsikka 'Sikkolan Kuulasmarjo' on nuorena nopeakasvuinen ja tulee satoikään noin viisivuotiaana. Lajike kukkii yleensä runsaasti, mutta vuosittaiset satovaihtelut ovat kuitenkin hapankirsikoille tyypillisiä, sillä sääolosuhteet kukinnan, pölytyksen ja raakileiden kehittymisen aikana vaikuttavat sadon onnistumiseen. Tämäkin lajike tekee marjoja yksinään, mutta toinen hapankirsikka lähettyvillä varmistaa pölytyksen onnistumisen ja runsastuttaa satoa. 'Sikkolan Kuulasmarjo' on mainio tuoreena syötävä kirsikka, sillä hedelmien sokeripitoisuus on korkea. Lajike menestyy vyöhykkeillä III–IV.

Hapankirsikka 'Rauhalan Morelli' kasvaa nuorena tyypillisesti yksirunkoisena. Latvus on kapeahko ja kartiomainen. Puu on kukkiessaan hiukan vaaleanpunaiseen vivahtava, koska sen verholehdet ja kukan keskiosat ovat punertavat. Lajike on kaunis myös koristepuuna. Morellit ovat yleensä hyvin happamia ja soveltuvat ensisijaisesti mehustukseen tai hilloiksi. 'Rauhalan Morelli' soveltuu syötäväksi myös tuoremarjana. Lajike on kestävä vyöhykkeellä IV asti.

Punaherukkalajikkeesta Rotes Wunder on otettu tuotantoon Suomessa erityisen hyväksi osoittautunut kanta, joka on saanut FinE[®]-tavaramerkin käyttöoikeuden nimellä 'Rotes Wunder Katri'. Myös tyrnilajikkeet Terhi, Tytti ja Tarmo ovat saaneet FinE[®]-tavaramerkin käyttöoikeuden.

Lisätietoja:

- Juhanoja, S. 2004. Kestävistä kasveista merkkituote. Julkaisussa: Joy, P., Kauppila-Laine, M. & Urhonen, E. Pimpinella kylämaiseman ruusu. Santtioseura r.y. Kolmen Ajan Rannikon julkaisuja 3: 88-91.
- Juhanoja, S. 2005. FinE-kasvivalikoiman uutuuksia. Luiskat vihreiksi uutuuspajuilla. Puutarha&kauppa 9, 2005/36: 53.
- Juhanoja, S. 2005. Puuvartisia peittokasveja. Loppuraportti tutkimushankkeesta "Puuvartisten maanpeitekasvien menestyminen ja soveltuminen eri käyttökohteisiin" vuosilta 1998-2003. 49 s.
- Karhu, S. 2003. Uudet tyrnilajikkeet Terhi, Tytti ja Tarmo. Julkaisussa: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (toim.) Sadonkorjuu, Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 – Harvest, Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 38-39. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>
- Karhu, S. & Prokkola, S. 2004. Tyrnilajikkeet Suomen oloihin. Julkaisussa: Hopponen A & Rinne M (toim.): Maataloustieteen Päivät 2004 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja 19. <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esi04/ti78.pdf>
- Karhu, S. & Prokkola, S. 2004. New sea buckthorn cultivars for northern conditions. In: Mörsel J.-T. & Thies, S. (eds.) Proceedings of the 1st Congress of the International Seabuckthorn Association, September 14-18, 2003, Berlin, Germany. p. 43-46

5.2 Laatuksveja viherrakentamiseen

Sirkka Juhanoja

Viherrakentamisen kasvien laadun parantamiseksi toteutettiin MTT:ssa kaksi hanketta vuosina 1989–2003, Keskus-kantavalintakokeet ja puuvartisten maanpeitekasvien menestymistä ja soveltuvuutta selvittänyt hanke. Molempien lähtökohtana oli Helsingin yliopistossa SITRAn rahoittama ns. Keskus-projekti (kestävät kasvit), jossa kerättiin olemassa olevista istutuksista kestäviä, terveitä ja kauniita koristepensaita tuotantoa varten. Pelkätään Keskus-rekisteriin merkittiin yli 700 pensas- ja puukantaa. Osa aineistosta oli valmista suoraan lisäykseen ja käyttöön, mutta suuri osa oli alkuperältään kirjavaa, suuresti muuntelevaa ja nimistöltään sekalaista. Kasviaineiston testaaminen koeolosuhteissa oli välttämättä ennen lisäyksen aloittamista.

Tutkimusten tuloksena markkinoitavan kasviaineiston tunnuksiksi rekisteröitiin vuonna 1997 FinE[®]-tavaramerkki. Se voidaan myöntää kasveille, jotka ovat Suomessa tutkittuja, perimältään korkealaatuisia, terveitä, helposti lisättäviä ja Suomen oloihin sopivia. Tällä hetkellä merkin käyttöoikeuden on saanut 19 koristepensasta ja 20 marja- tai hedelmälajiketta. Valikoima laajenee vähitellen kattamaan kaikki viherrakentamisen kasviryhmät. Sopimuksen tavaramerkin käytöstä MTT:n kanssa on tehnyt 22 taimistoa ja 20 myymäläkettua tai taimimyymälää. FinE[®]-kasvien emotaimia on saatavana MTT:n Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalta.

Keskus-kantavalintakokeiden aineistossa oli Keskus-rekisterin lupaavia kantoja sekä taimistojen, kasvitieteellisten puutarhojen ja arboretumien kokoelmien kiinnostavia kantoja. Mukana olivat suvut *Forsythia*, *Hydrangea*, *Lonicera*, *Philadelphus*, *Rosa*, *Spiraea*, *Syringa* ja *Viburnum*. Vertailevat kenttäkokeet tehtiin viidellä paikkakunnalla eri menestymisvyöhykkeillä: Piikkiö, Pälkäne, Ruukki, Sotkamo ja Rovaniemi. Kukin koe kesti viisi vuotta. Jokaisesta pensaasta havainnoitiin talvenkestävyys, terveys, koristearvot ja fenologia. Kantojen keskinäinen paremmuus arvioitiin kahdella ei-tilastollisella ja kahdella tilastollisella menetelmällä. Tulosten perusteella osa kannoista nimettiin uudelleen. Suositeltavat kannat toimitettiin Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalle lisäykseen. Tulosten perusteella 15 pensasta on saanut FinE[®]-tavaramerkin käyttöoikeuden. Lisäksi merkki on myönnetty kahdelle lajille pitkän käytännön kokemuksen perusteella.

Puuvartisten maanpeitekasvien tutkimuksessa kasviaineisto muodostui Keskus-rekisterin kantojen lisäksi kasvitieteellisten puutarhojen ja taimistojen matalista lehtipensaskannoista. Koemenetelmänä olivat kenttäkokeet MTT:ssa Piikkiössä ja Ruukissa ja käyttökokeet kaupunkien viherrakentamiskohteissa Helsingissä, Kuopiossa, Lahdessa, Mikkelissä, Tampereella ja Turussa. Kenttäkokeissa tehtiin havainnoita talvenkestävyydestä, terveydestä, ulkonäöstä, peittävydestä ja kasvitieteellisistä ominaisuuksista. Käyttökokeissa kiinnitettiin huomiota erityisesti kasvien kilpailukykyyn, ilmastolliseen kestävyYTEEN ja ympäristörasitteen sietoon.

Tulosten perusteella laadittiin suositukset parhaiden peittopensaiden taimikoolle, istutustiheydelle ja kasvuston perustamistavalle. Suositeltavat lajit kuuluvat sukuihin *Diervilla*, *Potentilla*, *Prunus*, *Ribes*, *Rosa*, *Rubus*, *Salix*, *Spiraea*, *Stephanandra* ja *Symphoricarpos*. Kaksi maanpeitepajua on saanut FinE[®]-tavaramerkin käyttöoikeuden.

Lisätietoja:

- Juhanoja, S. 2004. Puuvartiset maanpeitekasvit viherrakentamisessa. Julkaisussa: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2004, 12.-13.1.2004 Viikki, Helsinki. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja 19. 4 s.
<http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esi04/ti80.pdf>
- Juhanoja, S. 2004. Maanpeitekasvitutkimus päättyy: huolellinen perustaminen ja oikeat kasvivalinnat varmistavat hyvän tuloksen. Viherympäristö 2004/1: 64-67.
- Juhanoja, S. 2004. Maanpeitepensaiden parhaimmistoa: lisätietoa kestävydestä ja taimikoosta. Puutarha&kauppa 8, 2004/1-2: 1, 4-6.
- Juhanoja, S. 2004. Kestävästä kasveista merkkituote. In: Joy, P., Kauppila-Laine, M. & Urhonen, E. Pimpinella kylämaiseman ruusu. Santtioseura r.y. Kolmen Ajan Rannikon julkaisuja 3: 88-91.
- Juhanoja, S. 2005. Puuvartisia peittokasveja. Loppuraportti tutkimushankkeesta ”Puuvartisten maanpeitekasvien menestyminen ja soveltuminen eri käyttökohteisiin” vuosilta 1998-2003. 49 s.
- Juhanoja, S. 2005. FinE-kasvivalikoiman uutuuksia. Luiskat vihreiksi uutuuspajuilla. Puutarha&kauppa 9, 2005/36: 53.
- Juhanoja, S. Laadukkaita kasveja viherrakentamiseen. Hopponen, A. (toim.) Maataloustieteen Päivät 2006 [verkkajulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja 21. (Valmisteilla). 6 s.

5.3 Pensaspajuja maisemointiin

Minna Kavander

Vuosina 2000 ja 2002 istutettiin peltokokeisiin Piikkiöön noin 80 eri pajulajien (*Salix*) kantaa. MTT Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalle Ruukkiin pajuja istutettiin vuonna 2002. Tavoitteena oli löytää esimerkiksi moottoriteiden reuna-alueille ja puistoihin sopivia helpohoitaisia ja kestäviä lajeja. Suuri osa pajukannoista on peräisin Pohjois-Savon ammattiopiston Muuruveden yksikön punontapajukokoelmasta. Lisäksi pajuja saatiin Long Ashtonin tutkimusasemalta Englannista sekä Ruissalon ja Tallinnan kasvitieteellisistä puutarhoista. Kotimaisia pohjoisen pajuja saatiin mukaan myös Tornionlaakson Taimitarhan ja Wickmans Plantskolan kautta. Long Ashtonin pajuja istutettiin vain Piikkiöön.

Havaintoja pajuista tehtiin neljän vuoden ajan. Tärkeimpiä ominaisuuksia olivat talvenkestävyys, terveys ja koristearvo. Yleisesti ottaen tauti- tai tuholaisvioletukset eivät pajujen koristearvoa heikentäneet. Jonkin verran esiintyi laikkutauteja ja ruostetta. Tuholaisista lehtiä vioittivat kirvat, kaskaat ja perhostoukat. Talvi 2002–2003 aiheutti pajuissa keskimääräistä enemmän paleltumisia. Ilmeisesti suurin syy tähän oli se, että olosuhteet muuttuivat syksyllä kesäisistä lähes suoraan talvisiksi, eivätkä kasvit ehtineet sopeutua siihen. Lisäksi Ruukissa kuiva istutuskesä 2002 aiheutti sen, että pajut lähtivät kasvuun vasta syksyllä, jolloin tuleentuminen jäi pahasti kesken.

Etelä-Suomessa talvenkestävät siperianpaju (*S. schwerinii*), vakkapaju (*S. × mollissima*) sekä härmäpaju (*S. daphnoides* subsp. *daphnoides*) ja huurrepaju (*S. daphnoides* subsp. *acutifolia*) kasvavat kookkaiksi pensaisiksi. Leveän ja tuuhean vakkapajun lehdet ovat kiiltävät ja versot oranssinruskeat. Huurrepajun koristearvo on parhaimmillaan keväällä, jolloin tummanpunaisia tai punaruskeita versoja koristavat valkoiset pajunkissat.

Puumainen huurrepaju kasvaa yli 4 m korkeaksi. Härmäpaju on iso ja harva pensas, jolla on rikinkeltaiset versot. Siro, mutta harva siperianpaju kasvaa yli 4 m korkeaksi.

Suurikasvuiset punapajut (*S. purpurea*) ovat kasvaneet yli 2,5 m korkeiksi ja leveiksi, tuuheiksi pensaiksi. Pienikasvuiset kannat ovat noin 1,5 m korkeita ja yli 2 m leveitä. Kotimaisista lisäyslähdeistä saadut punapajut ovat talvehtineet hyvin Piikkiössä. Ruukissa vähintään puolet versoista on paleltunut talvisin, mutta silti pensaat ovat olleet hyvin tuuheita syksyisin. Tanskalaista alkuperää olevat *S. purpurea longifolia* ja *S. purpurea* 'Irette' ovat siroja, pystyjä ja tuuheita pensaita, mutta ne ovat saaneet talvivaurioita Piikkiössä. Ruukissa ne eivät menestyneet. Long Ashtonin kautta saadut punapajulajikkeet ovat saaneet talvivaurioita Piikkiössä etenkin talvena 2002–2003, mutta paleltuneet versonkärjet ovat hävinneet melko nopeasti kesän uuden kasvun alle. Kaunislehtinen 'Lambertiana' on kasvutavaltaan kapea ja pysty, noin 3 m korkea pensas. 'Leentjes' on tuuheaa, se on kasvanut kolmessa vuodessa 2,5 m korkeaksi ja 3,5 m leveäksi. 'Nicholsonii Purpurescens', 'Procumbens' ja 'Uralensis' ovat kookkaita ja leveitä mutta samalla siroja pensaita.

S. integra -lajin kauniit ohuet lehdet ovat lähes versonmyötäisesti. Pensaiden muoto vaihtelee eri kantojen välillä. Helsingin yliopiston kanta on pysty, kapea ja tuuheaa. Long Ashtonin kannan kasvutapa on leveä ja pysty. Tallinnan kasvitieteellisen puutarhan kanta on leveä ja melko tuuheaa. Piikkiössä *S. integra* -pensaat ovat kasvaneet noin 2,5 m korkeiksi, pensaiden leveys vaihtelee 2 ja 3 m välillä. Koristearvoltaan kaunein on Helsingin yliopiston kanta. Kaikkien kolmen kannan versoista osa on paleltunut talvisin Piikkiössä. Ruukiin istutettiin vain Helsingin yliopiston kantaa, näistä pensaista puolet on kuollut ja puolet paleltunut maata myöten vuosittain.

S. koriyanagi, *S. kuroyanagi*, *S. gilgiana* ja hokkaidonpaju (*S. miyabeana*) eivät osoittautuneet kovin talvenkestäviksi edes Etelä-Suomen oloissa. Alaskanhärmäpaju (*S. drummondiana*) on kaunis, tuuheaa ja siro pensas. Versot ovat harmaanvihreän härmeiset. Pienehköt lehdet sijoittuvat versonmyötäisesti. Se on talvehtinut hyvin Piikkiössä ja lähes yhtä hyvin Ruukissa. Kolmessa vuodessa pensaat ovat kasvaneet yli kaksi metriä korkeiksi. *S. serissima* -lajilla on paksut ja kiiltävät laakeripuumaiset lehdet. Parimetrinen pensas on roteva ja hillittykasvuinen. Se on yleensä talvehtinut hyvin. Isot ja punaiset hedelmät säilyvät pensaassa pitkään ja lisäävät koristearvoa.

Kanadanpajun (*S. eriocephala*) nuokkuissa versonkärjissä nuoret lehdet ovat kauniin punaruskeat. Tuuheaa pensas on noin 2 m korkea ja leveä. Talvena 2002–2003 Piikkiössä pensaiden versoista paleltui suurin osa, muina talvina ne ovat selvinneet paremmin. Amerikanhärmäpajun (*S. irrorata*) versot ovat punertavat ja härmeiset, myös nuoret lehdet ovat punertavat. Melko tuuheat pensaat ovat kasvaneet noin 2,5 m korkeiksi ja leveiksi. Versoista osa on paleltunut talvisin Piikkiössä.

Kaukokohteisiin, esimerkiksi teiden reuna-alueille soveltuvia lajeja ovat vakkapaju, huurrepajut, siperianpaju ja suurikasvuiset punapajukannat. Läheltä tarkasteltaviin istutusryhmiin soveltuvat kotimaiset luonnonlajit villapaju (*S. lanata*) ja lettopaju (*S. myrsinites*), pienikasvuiset punapajut sekä *S. serissima*. Suojaavina aidanteina voi kasvattaa vakkaa, alaskanhärmä- ja *S. integra* -pajua.

Lisätietoja:

Kavander, M. 2005. Pajuista silmäniloa lähelle ja kauas. Puutarha&kauppa 9, 2005/51-52: 4-6.

5.4 Löytöruusujen kauneus kestää

Sirkka Juhanoja

Löytöruusut (*Rosa*) ovat arvokkaita pensasruusuja, jotka ovat vuosikymmeniä kukoistaneet kasvupaikoillaan. Usein ruusun tarkkaa alkuperää ei tiedetä. Jotkut pensaista ovat ilmeisesti vanhoja viljelylajikkeita, toiset näiden siemenjälkeläisiä. MTT:ssä kerättiin löytöruusuja muutamista ruusuryhmistä peltokokeeseen Piikkiöön ja Ruukkiin tarkkaa havainnointia varten vuosina 2001–2005. Lähtöaineistoa rajoitettiin tiettyihin ryhmiin, joissa oli erityisiä selvitystarpeita. Tällaisia olivat kartanoruusut, kirkonruusut, valamonruusu, metsäruusun kerrannaiset muodot ja maisemointiin sopivat ruusut. Tavoitteena oli parhaiden ja keskenään samanlaisten mutta eri nimellä markkinoitavien kantojen esille saaminen ja yhtenäinen nimeäminen. Parhaat pensaat tulevat saamaan FinE[®]-tavaramerkin käyttöoikeuden.

Kartanoruusutyypisistä löytöruusuista kaksi on osoittautunut verraten yleisiksi, erittäin näyttäviksi ja melko kestäviksi pensaiksi, jotka nimetään yksiselitteisesti ja otetaan tuotantoon. Toisesta on yli kymmenen näytettä eri puolilta Etelä-Suomea Karhulasta Hämeenkyröön. Tälle pensasruusulle ovat ominaisia erittäin kerrannaiset, vähän nuokkuvat sinertävänvaaleanpunaiset kukat, joissa terälehdet asettuvat neljään lokeroon. Kukat tuoksuvat voimakkaasti. Kukinta kestää kolmisen viikkoa. Pensaat ovat kukkineet Pohjois-Pohjanmaallakin, vaikka talvivaurioita on tullut. Tätä ruusutyyppeä on markkinoitu mm. nimellä 'Tähtitorninkatu', ja se on mahdollisesti kesädamaskonruusun (*R. Damascena*-ryhmä) lajike Blush Damask. Toinen arvokas pensasruusu, josta on saatu näytteitä tai tietoja usealta paikkakunnalta, on ranskanruusutyypinen *R. Centifolia* -ryhmän 'Pikkala'-nimellä tunnettu pensas. Myös tämä ruusu on osittain rentokasvuinen, mutta kukat eivät ole nuokkuvia. Suuret kukat ovat säännöllisen kerrannaisia, eivät lokeroisia. Niiden väri on melko voimakas aniliininpunainen, ja terälehdissä esiintyy vaaleaa marmorointia. Kukat tuoksuvat voimakkaasti.

Valamonruususta (*R. 'Splendens'*) on tehty vertailua yli kymmenestä kannasta Piikkiössä ja lisäksi muissa kokoelmissa. Kannat vaikuttavat identtisiltä. Kirkonruusun (*R. × Francofurtana*-ryhmä) aineistossa on ainakin kahta erilaista tyyppiä. Molemmat ovat melko pystykasvuisia, tummalehtisiä pensaita, jotka kukkivat heinäkuun alkupuolelta lähtien kahdesta kolmeen viikkoa. Kukat ovat kerrannaisia, 7-8 cm leveitä, voimakkaan lilanpunaisia. Paitsi ulkonäön, myös talvenkestävyyden perusteella toisistaan poikkeavat tyypit ovat molemmat arvokkaita, vaatimattomia ruusuja, ja ne nimetään yksiselitteisesti. Metsäruususta (*R. majalis*) tavataan vähän toisistaan poikkeavia kerrannaisia muotoja, jotka erinomaisen kestävyytensä ja vaatimattomuutensa vuoksi ovat käyttökelpoisia jokseenkin koko maassa.

Löytöruusuissa on myös voimakaskasvuisia pensaita, jotka voisivat soveltua maisemointitarkoituksiin. Pensaat ovat vaatimattomia ja kukkivat runsaasti, mutta yksittäinen kukka ei ole näyttävyydessä aivan kartanoruusujen luokkaa. *R. Gallica*-ryhmän 'Olkkala' on rehevästi kasvava, juurivesoista leviävä ranskanruusuristeymä, jonka kukat ovat yksinkertaisia, suuria ja vaaleanpunaisia. *R. Gallica*-ryhmän 'Iitin Tiltu' on 1-1,5 m korkea, leveä pensas, jolla on erityisen näyttävät suuret yksinkertaiset kirkkaan- tai karminpunaiset kukat. Kanadanruusun (*R. Blanda*-ryhmä) löyhästi kerrannaiskukkainen muoto tunnetaan nimellä 'Toukoniitty'. Pensas on voimakaskasvuinen ja tiheä, ja se kasvattaa runsaasti juurivesoja. Pensas kukkii vaaleanpunaisin kukin kesä-heinäkuussa, ja syksyllä sitä koristaa oranssinpunainen syysväri.

Lisätietoja:

Juhanoja, S. 2003. Tavoitteena nimistön ja taimiaineiston yhtenäisyys. Löytöruusuja eri tarkoituksiin. Puutarha&kauppa 7, 2003/44: 1, 16-17.

Juhanoja, S. 2003. Löytöruusut kukkineet Piikkiössä jo kaksi kesää. Ruusunlehti – Rosenbladet 2003/4: 6-15.

Juhanoja, S. 2004. Kestävistä kasveista merkkituote. Julkaisussa: Joy, P., Kauppila-Laine, M. & Urhonen, E. Pimpinella kylämaiseman ruusu. Santtioseura r.y. Kolmen Ajan Rannikon julkaisuja 3: 88-91.

Juhanoja, S. Salaperäiset kirkonruusut. Ruusunlehti – Rosenbladet. (Painossa).

5.5 Maanpeitekasvien peittävyuden arviointi eri menetelmillä

Marjo Perkonoja ja Sirkka Juhanoja

Tutkimus pohjautui hankkeeseen ”Puuvarstien maanpeitekasvien menestyminen ja soveltuminen eri käyttökohteisiin” vuosina 1998–2003. Päämääränä oli vertailla erilaisia tekniikoita arvioitaessa maanpeitekasvien latvuspeittävyksiä. Latvuspeittävyys on hyvä keino havainnollistaa kasvien kilpailu- ja uusiutumiskykyä sekä niiden menestymistä kasvupaikoillaan.

Peittävyyttä selvitettiin mittaamalla lehtialaindeksiä LAI-2000-laitteella, arvioimalla visuaalisesti kasvustojen maanpinnan peittävyysprosentteja ja mittaamalla lehtipinta-alaa LI-3100 planimetrillä. Eri tekniikoin mitattuja lehtialoja verrattiin kvanttiantureilla mitatun fotosynteettisesti aktiivisen säteilyn (PAR) määrään, jonka kasvustot läpäisivät. Pyrkimyksenä oli myös selvittää taimikoon ja kasvuvyöhykkeen merkitystä kasvien peittävyuden kehittymiseen. Tutkimus toteutettiin Turussa, Helsingissä ja Kuopiossa, ja työssä tutkittiin kahdeksaa maanpeitekasvilajia (*Prunus pumila* var. *depressa*, *P. pumila*, *Salix* × *aurora*, *S. glauca* var. *callicarpaea*, *Stephanandra incisa* ‘Crispa’, *Diervilla lonicera*, *D. sessilifolia* and *D. × splendens*). Mittaukset tehtiin satunnaisesti valituilta neliömetrin tutkimusruuduilta elokuussa vuonna 2004.

Maanpinnan peittävyysprosenttien korkea korrelaatio kasvuston läpäisseen PAR-säteilyn määrän kanssa osoitti, että paras peittävyuden mittaamenetelmä oli visuaalinen arviointi. Muitakin menetelmiä voidaan käyttää latvuspeittävyuden arvioinnissa. Sekä mittaus LAI-200-laitteella että lehtipinta-alojen mittaus planimetrillä korreloivat kasvuston läpäisseen PAR-säteilyn kanssa. Visuaalinen arviointi oli yksinkertainen, luotettava ja halpa menetelmä. Sen sijaan lehtipinta-alojen mittaus planimetrillä oli kasvustoja tuhoavaa ja työlästä. Mittaus lehtialaindeksilaitteella oli yleisesti nopeampaa, mutta laite ei pystynyt erottamaan yhteyttäviä lehtiä muista kasvinosista kuten oksista ja kukista.

Kasvien peittävyysarvot olivat yleisesti korkeammat peltokokeissa kuin kaupungeissa. Tiealueiden kasvien kasvua hidastivat monet ympäristöstressitekijät. Saatujen tulosten perusteella kaupunkien onnistunut viherrakentaminen taataan parhaiten, kun käytettävien maanpeitekasvien valinta pohjautuu sekä pelto- että käyttökokeissa saatuihin menestymistuloksiin.

Lisätietoja:

Juhanoja, S. 2005. Puuvartisia peittokasveja. Loppuraportti tutkimushankkeesta ”Puuvartisten maanpeitekasvien menestyminen ja soveltuminen eri käyttökohteisiin” vuosilta 1998–2003. 49 s.

Perkonoja, M. Puuvartisten maanpeitekasvien peittävyys arviointi eri menetelmin. Pro gradu - tutkielma, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 49 s. + 2 liit. (Painossa).

5.6 Saskatoon monikäyttökasvina

Eija Jaakkola

Rosaceae-heimoon kuuluvan marjatuomipihlajan eli saskatoonin (*Amelanchier alnifolia*) nykyisiä lajikkeita ei ole jalostettu viljelykasveiksi, vaan ne ovat peräisin luonnonkannoista Pohjois-Amerikasta. Suomessa saskatoonia on viljelty vuodesta 1995 lähtien. Saskatoon kukkii touko-kesäkuun vaihteessa. Kukat muistuttavat tuomen kukintoa, mutta tuoksuvat vain miedosti. Kukinnasta marjojen kypsymiseen kuluu lajikkeesta riippuen noin kaksi kuukautta. Väriltään marjat ovat kypsinä tumman sinimustia, useimmilla lajikkeilla vaha-peitteisiä. Sisällä niissä on suhteellisen isokokoisia siemeniä, jotka antavat marjoille ominaisen mantelin maun. Pensaiden koristearvo on hyvä kukinta-aikaan, marjomisvaiheessa ja syksyllä.

MTT Puutarhatuotannossa selvitettiin saskatoonin lajikkeiden soveltuvuutta monikäyttökasveiksi vuosina 2002–2005. Lajikkeet olivat Kanadassa yleisesti viljeltävät ’Martin’, ’Smokey’, ’Northline’, ’Honeywood’ ja ’Thiessen’. Kanadalaiset taimet istutettiin Piikkiöön 13.6.2002 runsasmultaiseen hietasaveen. Vuosina 2004 ja 2005 marjojen kypsyessä kasvustot suojattiin linnuilta verkolla.

Pensaissa ei esiintynyt tauteja. Jonkin verran imentävioitusta oli, aiheuttajina kaskaat ja perhostoukat. Pahimpia tuholaisia olivat rastaat. Kaikissa pensaissa oli tyvivesoja, eniten niitä oli ’Thiessen’-lajikkeessa ja vähiten ’Martin’-lajikkeessa. Marjojen läpimitat olivat: ’Northline’ 12 mm, ’Thiessen’ 12 mm, ’Martin’ 11 mm, ’Honeywood’ 10 mm ja ’Smokey’ 8 mm. Parhaiksi arvioitiin vuonna 2004 tuoremaultaan ’Martin’ ja ’Smokey’. Vuonna 2005 järjestys oli ’Martin’, ’Thiessen’, ’Smokey’, ’Honeywood’ ja ’Northline’.

Pystykasvuisin ’Smokey’ on sopivin aidanteeksi, lajike on matalakasvuinen ja runsasversoinen. ’Martin’ ja ’Thiessen’ ovat lajikkeista rotevimpia ja korkeimpia (Taulukko 4), ja marjat ovat aromikkaita. Nämä lajikkeet sopivat korkeina yksittäispensaiksikin. Saskatoonit ovat nopeakasvuisia ja saavuttavat satoiän aikaisin eivätkä vaadi säännöllistä leikkaamista.

Taulukko 4. Saskatoonin pensaiden koko, koeistutuksen tuottavimman pensaan sato sekä marjapaino vuonna 2005.

Table 4. The size of saskatoon bushes, the yield of the most productive plant and the average berry weight in 2005.

Lajike <i>Variety</i>	Korkeus <i>Height</i> cm	Leveys <i>Width</i> cm	Suurin sato/pensas <i>Maximum crop/bush</i> g	Marjan paino <i>Berry weight</i> g
Martin	184	147	467	1.4
Smokey	163	133	3179	0.5
Honeywood	135	109	1405	1.3
Northline	107	47	467	1.2
Thiessen	180	127	2165	1.6

Lisätietoja:

Jaakkola, E. 2005. Marjatuomipihlajasta paljon iloa puutarhaan. Puutarha&kauppa 9, 2005/51-52: 34-36.

5.7 Pohjoisamerikkalaisten lehtipuiden menestyminen Etelä-Suomessa

Sari Loukonen & Sirkka Juhanoja

Arboretum Yltöinen -puulajipuistossa on seurattu pohjoisamerikkalaisten lehtipuiden menestymistä ja kasvua istutusvuodesta 1999 alkaen. Taimet kasvatettiin Arboretum Mustilan keräysmatkalta vuonna 1996 saaduista siemenistä. Kaikkina vuosina puista on mitattu korkeuksia ja arvioitu ulkonäköä. Vuonna 2004 mitattiin myös vuosikasvaimia ja arvioitiin puiden koristeellisuutta ja käyttöarvoa viherrakentamisessa sekä havainnoitiin lehtien kokoa, muotoa, syysväriä ja varisemisajankohtaa sekä siementuottoa.

Parhaiten menestyneitä lajeja olivat keltakoivu (*Betula alleghaniensis*) ja tähkävaahtera (*Acer spicatum*). Eri alkuperien välillä oli eroja: keltakoivusta parhaiten on menestynyt Yhdysvaltojen eteläisempi alkuperä, mutta kaikki lajin alkuperät ovat olleet hyviä. Kanadalaiset kannat ovat olleet yhdysvaltalaisia hidaskasvuisempia. Sokerikoivu (*B. lenta*) ja paperikoivu (*B. papyrifera*) ovat menestyneet kohtalaisesti. Sokerikoivut ovat kasvaneet paremmin kosteahkolla kasvupaikalla, mutta puiden muoto on kehittynyt kauniimmaksi kuivahkolla paikalla. Tähkävaahterasta Kanadan eteläinen kanta vaikuttaa parhaalta. Tähkävaahteran ja keltakoivun vuoristokannat ovat menestyneet muita heikommin. Sokerivaahteran (*A. saccharum*) ja pensylvanianvaahteran (*A. pennsylvanicum*) kasvu on ollut hidasta, lisäksi pensylvanianvaahtera on saanut paleltumisvaurioita.

Myös karoliinanvalkopyökki (*Carpinus caroliniana*) ja amerikanpyökki (*Fagus grandifolia*) ovat lähteneet hitaasti kasvuun. Huonoimmin ovat menestyneet tammet. Paras tammi on ollut punatammi (*Quercus rubra*). Takiaistammi (*Q. macrocarpa*) on lähtenyt hyvin hitaasti kasvuun. Nopeakasvuisimpia ovat olleet leppälajit *Alnus serrulata* ja sitkanleppä (*A. crispa*). Koristeellisimpia lajeja tämänikäisinä ovat keltakoivu ja tähkävaahtera. Kautiin syysvärinsä ansiosta myös karoliinanvalkopyökkiä ja sokerivaahteraa voitaisiin käyttää koristepuina.

Lisätietoja

Jaakkola, E & Kavander, M 2003: Lehtipuita Pohjois-Amerikasta. – Julkaisussa: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (toim.), Sadonkorjuu. Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 56-58. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>

Loukonen, S., Jaakkola, E. & Kavander, M. 2004. Kiinnostavia lehtipuita Pohjois-Amerikasta. Puutarha&kauppa 8, 2004/50: 13-15.

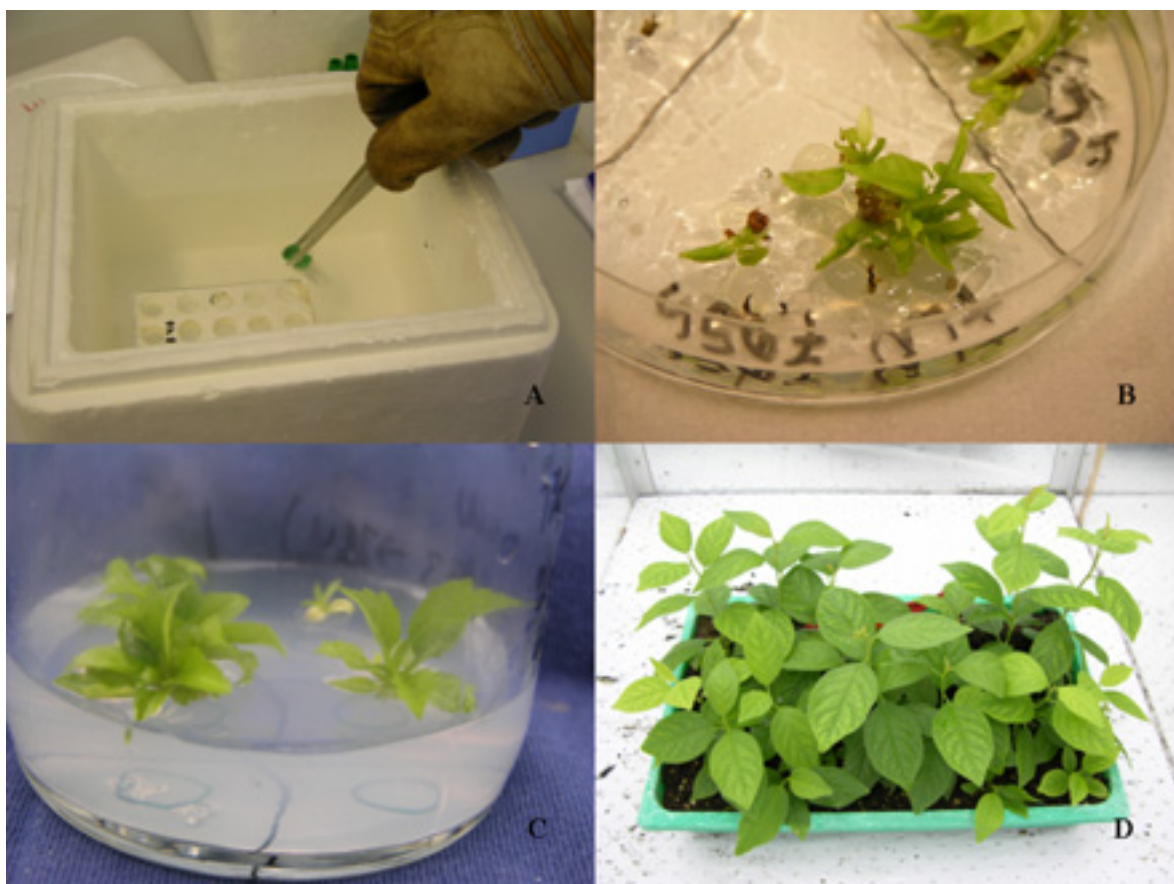
Loukonen, S. 2005. Pohjoisamerikkalaisten lehtipuiden kasvu ja menestyminen Etelä-Suomessa. Pro gradu -tutkielma, Joensuun yliopisto, Biologian laitos. 98 s + 7 liit.

6 Puutarhakasvien geenivarat

6.1 Syväjäätymenettelmä geenivarojen pitkäaikaissäilytyksessä

Anna Nukari & Marjatta Uosukainen

MTT Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla on kehitetty kasvullisesti lisättävien puutarhakasvien geenivarojen pitkäaikaiseen säilytykseen nestemäisessä työssä soveltuvia syväjäätymis- eli kryosäilytysmenetelmiä ja testattu niiden toimivuus käytännössä. Pisaravitrifikaatio -menetelmäsovellus on jo käytössä kasvigeenivaraohjelmaan kuuluvan humalakokoelman ja vadelmalajikkeiden varmennetun ydinkasviaineiston säilytyksessä. Menetelmän on osoitettu toimivan myös puuvartisilla kasveilla, kuten viherherukalla, hapankirsikoilla ja luumuilla (Kuva 11). Menetelmä on täydentävä, kustannustehokas vaihtoehto kalliille ja riskialttiille kenttäsäilytykselle, jossa kasvintuhoojien, fysiologisten vaurioiden ja mekaanisten vaurioiden vaara on suuri.



Kuva 11. A) Pakastusvaiheessa kryosäilytettävät luomun silmut upotetaan nestemäiseen typeen. B) Elvytysvaiheessa sulatetut silmut työntyvät ulos niitä ympäröivistä kapsuleista. C) Silmut versoontuvat ja niistä saadaan solukko viljelmä. D) Kryosäilytyksestä elpyneet Sinikka-lajikkeen luomut kasvavat elinvoimaisesti kasvihuoneessa.

Figure 11. A) In the freezing stage the buds of plum to be cryopreserved are immersed in liquid nitrogen. B) In the recovering stage the thawed buds push their way out of the capsules surrounding them. C) The buds produce shoots which can be tissue cultured. D) After recovery from cryopreservation, plants of the cultivar Sinikka grow vigorously in the greenhouse.

Menetelmän käyttöönotto mahdollistaa perinteisiä kenttäkokeita laajempien kokoelmien pitkäaikaissäilytyksen. Se luo MTT:lle edellytykset hoitaa sille asetetun velvoitteen säilyttää Suomen kasvigeenivarat kasvullisesti lisättävien puutarhakasvien osalta. Pisaravitrifikaatio -menetelmä on sovellettavissa myös Laukaan tutkimus- ja valiotaimiaseman ydinkasviaineistojen säilytyksessä.

Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema on tällä hetkellä Pohjoismaiden ainoa kryosäilytystä kasvullisesti lisättävien puutarhakasvien pitkäaikaissäilytyksessä hyödyntävä yksikkö. Hankkeen avulla on MTT:hen luotu kasvien kryosäilytystekniikan osaaminen, jota hyödynnetään aktiivisesti osana Suomen kansallisen kasvigeenivaraohjelman toimeenpanon toteuttamisessa. Tulos on saavutettu MTT:n ja Helsingin Yliopiston soveltavan biologian laitoksen yhteistyönä.

Lisätietoja:

Nukari, A. & Uosukainen, M. Testattujen puutarhakasvien pitkäaikaisvarastointi kylmäsäilytyksen avulla. Loppuraportti. 29 s. + liitt. (Painossa).

Wang, Q., Laamanen, J., Uosukainen, M. & Valkonen, J.P.T. 2005. Cryopreservation of in vitro grown shoot tips of raspberry (*Rubus idaeus* L.) by encapsulation –vitrification and encapsulation–dehydration. Plant Cell Reports 24: 280-288.

6.2 Puutarhakasvien kansallisten geenivarojen säilytys

Tarja Hietaranta, Sirkka Juhanoja & Marja Kallela

Suomen kansallinen kasvigeenivaraohjelma perustettiin vuonna 2003 tehostamaan maa- ja metsätalouden geenivarojen suojelua. MTT vastaa ohjelman koordinaatiosta sekä maatalous- ja puutarhakasvien suojelusta, jonka organisoimiseksi on perustettu neljä työryhmää: 1) Viherrakentamisen kasvit, 2) Hedelmät ja marjat, 3) Vihannekset yrtit ja rohdokset sekä 4) Peltokasvit. MTT Puutarhatuotanto osallistuu kolmessa puutarhakasvityöryhmässä geenivarojen pitkäaikaissäilytystä koskevien ohjeistusten laatimiseen. Ohjeiden perusteella tullaan arvioimaan pitkäaikaissäilytykseen valittava materiaali ja toteuttamaan sen säilyttäminen. Ohjeistukset valmistuvat vuonna 2006.

MTT Puutarhatuotannon koekentillä säilytetään hedelmä- ja marjakasvien kasvullisia kokeita (Taulukko 5), joissa oleva aineisto sisältää sekä tutkimustoimintaa varten vuosikymmenten aikana hankittua lajikemateriaalia että eri puolilta Suomea 1980-luvulla kerättyjä kantoja. Myös muissa MTT:n yksiköissä on hedelmä- ja marjakasviaineistoja.

Kasvullisiin vihanneskokoelmiin (Taulukko 6) on kerätty 1980-luvulla raparperin ja ryväs- ja salottisipulikantoja sekä 2000-luvulla piparjuurikantoja eri puolilta maata. 1990- ja 2000-lukujen taitteessa kerätyt humalakannat on siirretty Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan koulutilalle Tammelaan. Ryvässipulista on rinnakkaiskokoelma Rovaniemellä MTT Lapin tutkimusasemalla. Lisäksi osa klooneista on säilytyksessä Pohjoismaisen geenipankin *in vitro* -kokoelmassa Ruotsin Alnarpissa. Siemeninä säilytetään Pohjoismaisen geenipankin kokoelmassa rannikolta kerättyjä luonnonvaraisia ruohosipulin kantoja sekä 'Simo'-lanttua, jonka siemenen ylläpitäjä on MTT. MTT:llä on lisäksi yrttikasvien kokoelmia Mikkeliissä mm. mintuista, kalmojuuresta, ruusujuuresta ja etelänarnikista.

Taulukko 5. MTT Puutarhatuotannon hedelmä- ja marjakasvien kasvulliset kokoelmat vuonna 2005.

Table 5. Fruit and berries in MTT Horticulture clone archives in 2005.

Laji/suku <i>Species/genus</i>	Näytteiden määrä <i>Number of accessions</i>
Omenat <i>Apples (Malus sp.)</i>	276
Päärynä <i>Pear (Pyrus communis)</i>	8
Herukat ja karviainen <i>Currants and gooseberry (Ribes sp.)</i>	123
Vatukat <i>Brambles (Rubus sp.)</i>	72
Tyrni <i>Sea buckthorn (Hippophaë rhamnoides)</i>	5

Taulukko 6. MTT puutarhatuotannon kasvulliset vihanneskokoelmat vuonna 2005 ja MTT:n ylläpitämät siemenlisäaineistot.

Table 6. Vegetables in MTT Horticulture clone archives in 2005 and seeds upheld by MTT.

Laji <i>Species</i>	Näytteiden määrä, kpl <i>Number of accessions</i>
Raparperi <i>Rhubarb (Rheum rhabarbarum)</i>	35
Ryvässipuli <i>Potato onion (Allium cepa Aggregatum)</i>	20
Salottisipuli <i>Spring onion (Allium cepa Ascalonicum)</i>	6
Piparjuuri <i>Horse radish (Armoracia rusticana)</i>	26
Lanttu <i>Swede (Brassica napus subsp. napobrassica)</i>	1

Viherrakentamisen kasvien kokoelmia on useilla tutkimusasemilla sekä jäänteinä päättyneistä kokeista että omina kokoelmina. Laajimmat kokoelmat on KESKAS-kantavalintakokeiden jäljiltä Pälkäneellä, Kainuun tutkimusasemalla Sotkamossa, Lapin tutkimusasemalla Rovaniemellä ja Puutarhatuotannossa Piikkiössä. Sotkamossa ja Rovaniemellä on lisäksi Pohjois-Suomen viherrakentamisen kehittämisprojektien aineistoja. Osa koeistutuksista on perustettu osaksi puistoaluetta. Puutarhatuotannossa Piikkiössä on lisäksi Arboretum Yltöinen, jossa on lähinnä puita yli 200 eri nimikettä, ja puisto, jossa olevat kasvit ovat rekisterissä ja seurannassa. Jokioisten kartanoiden puiston kasvit on inventoitu. Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla on tuotannossa olevien kasvien kokoelma ja lisäksi oma kokoelma kokeiltavia kasveja.

Viherrakentamisen kasvikoelmat keskitetään niin, että tärkeät kannat ovat vähintään kahdella paikkakunnalla eikä tarpeetonta päällekkäisyyttä esiinny. Heikot kannat karsitaan pois. Lakkautettavan Hämeen tutkimusaseman mailla olevien aineistojen siirtäminen muualle säilytykseen tullaan varmistamaan.

6.3 Suomalaisissa piparjuurissa C-vitamiinin ja glukosinolaattien pitoisuuksissa suuria eroja

Marja Kallela

Pohjoismaiden geenipankin kokoelmien avulla säilytetään ja dokumentoidaan pohjoismaisen pelto- ja puutarhatuotannon kannalta tärkeiden kasvilajien perinnöllistä vaihtelua. Vuonna 2002 koottiin piparjuuren kantoja Etelä- ja Keski-Suomesta. Kerätyt 25 kantaa ovat kasvullisessa säilytyksessä MTT Puutarhatuotannossa Piikkiössä.

Piparjuuri sisältää glukosinolaatteja, jotka ovat rikkiä sisältäviä glykosideja, joilla otaksutaan olevan yhteys kasvin puolustusmekanismeihin. Sinigriini on yleisin glukosinolaatti. Kun kasvisolut murskataan, sinigriini hajoaa enstymaattisesti glukosiksi ja allyyliseksi isotiosyanaatiksi, joka antaa piparjuurelle tyypillisen kitkerän maun ja itkettävän hajun. Lisäksi piparjuuri sisältää runsaasti C-vitamiinia. Syksyllä 2005 ruotsalainen SW-Laboratoriet Svalövissä määrittä suomalaisen piparjuurikloonien juurien glukosinolaatti- ja C-vitamiinipitoisuuksia. Sinigriinin pitoisuus vaihteli välillä 15,7–33,3 $\mu\text{mol g}^{-1}$ kuivaainetta. Toisen piparjuuren makuun vaikuttavan glukosinolaatin, glukonasturtiinin, maku ei ole pistävä. Glukonasturtiinin pitoisuudet olivat pienemmät, 1,6–5,6 $\mu\text{mol g}^{-1}$ kuivaainetta. C-vitamiinin pitoisuus tuoreissa juurissa oli suurimmillaan 182 mg ja pienimmillään 57 mg 100 grammaa kohti.

7 MTT Horticulture supports the horticultural industry in Finland

Risto Tahvonen

In terms of production and economy, the horticultural production in Finland has been forced to adjust to international competition since Finland's accession to the European Union. Product prices have, however, not declined as drastically as the prices of agricultural plants, and at the same time, the use of horticultural products among consumers has clearly increased. Consumers value horticultural products grown in Finland and are willing to pay a higher price for, in particular, domestic greenhouse vegetables than for the corresponding imported products. Consequently, the economic value of horticultural products has already exceeded the value of field plants traditionally cultivated in Finland. Along with the rising living standard, nursery production and landscape gardening are the most vigorously growing sector, one where acclimated perennials are a fundamental requirement. Thus, domestic nursery production holds a solid share of the total market.

Over the period 2003–2005, the research conducted by MTT Horticulture has focused on developing modern production technologies for potential new and economically significant cultivated plants, as well as on the breeding and selection of plants and varieties that will succeed in the Finnish climate. This research has, indeed, achieved important advances for the horticultural industry.

In terms of greenhouse production, methods for the year-round production of tomato and sweet pepper have been developed, as well as interlighting systems for better exploitation of light in the greenhouse cultivation of cucumber, tomato and sweet pepper. The research on scheduled drip irrigation and fertigation of fruit and berry plants has been completed, resulting in practical applications. The outcomes from the breeding programmes of strawberry, currants and half-highbush blueberry are already being taken advantage of in practice, and in the near future, several new varieties will be introduced, especially of currants and strawberry. The research on landscape gardening aims at finding species and varieties with high ornamental value that are successful in the Finnish conditions. During the reported research period, the focus has been on woody ground-covering plants and roses, and a significant number of new varieties are about to be launched into production.

In 2004, MTT Horticulture contributed jointly with the University of Helsinki, national horticultural organisations, and the Ministry of Agriculture and Forestry to a committee report determining the key areas for horticultural research. On the basis of the report, a number of new studies were initiated during the following year which will have a prominent role in the current research period at MTT Horticulture. These projects cover research on closed greenhouse cultivation, perennial flowers, consumer quality of open-field vegetables, endogenous bacteria in strawberry, and growth controlling of raspberry.

8 Greenhouse production



8.1 Interlighting improves the production efficiency of tomato and sweet pepper

Juha Näkkilä, Tiina Hovi-Pekkanen & Risto Tahvonen

In winter production of tomato and sweet pepper, electricity used in supplemental lighting stands for a large share of the total production cost. With constantly increasing electricity prices, the growers will have to carefully consider how the supplemental lighting can be used as effectively as possible. High pressure sodium (HPS) lamps are usually mounted in working aisles above the full grown plant canopy. In these conditions, top leaves receive much more light than the basal leaves. Consequently, in a full grown tomato or sweet pepper canopy, not all leaves are assimilating effectively because there is not enough light.

Different lighting regimes were compared in several tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. 'Espero') and sweet pepper (*Capsicum annuum* L. 'Solution') plantings at Piikkiö in 2003–2005. The tested lighting regimes were top lighting alone (TL) and top and interlighting (T+IL). In top lighting, all lamps were mounted 3.5 m above the ground. In top lighting and interlighting, one half of the lamps were mounted 3.5 m above the ground and one half vertically 1.0–1.6 m above the ground between the plant rows. In both lighting regimes, the lamps were 400 W HPS lamps and the installed lighting capacity was 171 W m⁻². Photoperiods were 18 h d⁻¹ for tomato and 16 h d⁻¹ for sweet pepper. The lamps were switched off during the photoperiod when global (external) radiation exceeded 214–286 W m⁻².

In the top and interlighting regime, a 30% higher tomato yield was obtained in spring and an 8% higher yield in summer, in comparison with top lighting alone (Table 1, page 11). T+IL increased the number of fruits in spring and in summer and also increased the weight of first class fruits in spring. In spring, T+IL produced a 29% higher yield than TL with the same consumption of electricity. In summer, the difference between the two lighting regimes was small. In the preliminary trials in 2003, T+IL increased tomato yield by 6–23% depending on the season, although the consumption of electricity was equal in T+IL and in TL.

The top and interlighting regime gave a 23% higher sweet pepper yield and yielded 15% more of first class fruits than top lighting alone. T+IL increased the total number of fruits by 18% and made the first class fruits slightly heavier. T+IL promoted yield production from the start of cropping period up to midsummer, but after midsummer both lighting regimes were equally productive. The preliminary trials in 2003 gave similar results: TL+IL produced a 27% higher sweet pepper yield with the same amount of electricity as TL.

There is seasonal variation in the tomato and sweet pepper yield increase in interlighting. Interlighting is efficient in low natural light conditions when the carbon dioxide concentration and air temperature are easily controlled. In summer, the differences in production with interlighting and top lighting are small.

More information:

Hovi, T. 2003. Vinterodling av paprika med hjälp av underbelysning. Trädgårdsnytt 57, 2003/19: 21–22.

Hovi, T. & Hellstén, E. 2005. Nedsänkta armaturer passar för paprika. Trädgårdsnytt 59, 2005/6: 12–13.

Hovi, T., Näkkilä, J., & Tahvonen, R. 2005. Økt produksjon av paprika med mellombelysning. Gartneryrket 103, 2005/8: 13.

Hovi-Pekkanen, T., Näkkilä, J. & Tahvonen, R. Increasing productivity of sweet pepper with interlighting. Acta Horticulturae 711. (In press).

Näkkilä, J. & Muranen, M. 2003. Vilken effekt har belysning av den nedre delen av tomatbeståndet? Trädgårdsnytt 57, 2003/14: 10–12.

8.2 Interlighting improves cucumber production

Tiina Hovi-Pekkanen

The effects of lighting method and the proportion of interlighting on the yield and yield quality of cucumber (*Cucumis sativus* 'Cumuli') were studied as part of the project 'Increasing the net photosynthesis rate in the year-round production of greenhouse vegetables'. In the experiment, the light conditions in the lower part of the canopy were improved by installing part of the lamps between the plant rows.

For the study, three cucumber stands were cultivated during a 1-year period. In the experiment, the conventional lighting system (top lighting = TL) was compared with interlighting systems where 24% (top+interlighting 24 = T+IL24) or 48% (top+interlighting 48 = T+IL48) of the lamps were mounted between the rows at the height of 1.3 m above the ground. The photoperiod was 20 h d⁻¹ and the installed capacity was 170 W m⁻² in TL and 163 W m⁻² in T+IL. Due to the different top and interlighting lamp use strategies, the amount of electricity used in lighting during the spring and summer cultivation periods was slightly higher in T+IL than in TL. Fruits were harvested three times a week.

Interlighting increased the annual yield in weight, but there was no significant effect of the proportion of interlighting on the total yield. The total annual yield was 108, 117 and 118 kg m⁻² in TL, T+IL24 and T+IL48, respectively (Figure 1, page 14). Increase in yield was mainly due to the higher fruit weight, as there was no significant effect on the total yield in number. The increase in yield and the efficiency of electricity consumption in interlighting varied between the seasons; the benefit from interlighting was smallest in summer. The efficiency for the whole year was highest in T+IL24 and lowest in TL (120 g kWh⁻¹ in TL, 130 g kWh⁻¹ in T+IL24 and 127 g kWh⁻¹ in T+IL48).

Interlighting also affected the yield quality. The annual first class yield increased in weight and number, and the unmarketable yield decreased in T+IL, as compared to TL (Figure 1, page 14). Interlighting increased the chlorophyll concentration of fruit skin in each stand and the fruits were also visually greener. The higher the proportion of interlighting, the greener the fruits. In general, the keeping quality of the fruits was good in each treatment. The first changes in quality were detected after 9 days and the first unmarketable fruits were observed after 14 days from the beginning of the storage. Interlighting slightly extended the shelf life of fruits.

Interlighting improved cucumber production by a more equal irradiation distribution throughout the canopy. When the light conditions in the lower part of the canopy were improved, the photosynthesis of the lower leaves increased, thereby enhancing the yield production. More frequent harvesting than three times a week would probably be of advantage for the development of small fruits, as the amount of assimilates available for them would then be higher. The best result in our experimental conditions was achieved by mounting one quarter of the installed lighting capacity in the lower part of the canopy. However, the amount of installed capacity and light conditions in the canopy may have an impact on the optimal proportion of interlighting. It is concluded that interlighting is a suitable and recommendable lighting method for greenhouse cucumber grown by a high-wire method, especially in lower natural light conditions.

More information:

Hovi, T. 2004. Belysning också nedtill gav större gurkskörd av något bättre kvalitet. Trädgårdsnytt 58, 2004/14: 14-16.

8.3 Interplanting – a feasible method for continuous tomato production

Juha Näkkilä

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants develop to the cropping stage within 6–8 weeks after planting. In the interplanting method, transplants are planted near or between the existing plants to develop partly under their leaves. The existing plants can be harvested until the transplant starts to produce yield. Using the interplanting method, growers can make better use of the greenhouse space, if more than one planting is planted annually or there is a need of continuous year-round production.

The effect of planting density on tomato yield and yield quality in the interplanting method was examined at Piikkiö in 2001–2004. During each of the two production seasons, which lasted over one year, seven short-term stands were cultivated successively. Short-term plants were pinched after 9 or 10 clusters to minimize the layering work. Successive plantings were planted as follows: the 2nd stand was planted after the harvest from the 1st stand started, and the 3rd stand was planted after the 1st stand was cleared, etc. Successive stands were cultivated in different planting rows of the same double row. The time between the planting and the beginning of harvest should be shorter than the harvesting period, if the intention is to harvest continuously from the same double row.

Supplemental lighting, 203 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF at the height of 80 cm above ground, was provided by 400 W HPS lamps with a photoperiod of 18 h d^{-1} . The lamps were switched off when the global (external) radiation exceeded 286 W m^{-2} or when the outdoor air temperature was over 25 °C. The planting densities were 2.0 and 2.5 pc m^{-2} in the first production season 2001–2002, and 2.5 and 2.9 pc m^{-2} in the second production season 2003–2004. With two successive stands growing in the greenhouse, the plant density was double the planting density.

High-density planting increased the yield weight and the number of fruits, but the average weight of first class fruits was not affected by the planting density. The yield difference was greatest in summer. For continuous production, six successive short-term plantings were needed annually. The highest yield was picked in the first production season from the planting with a density of 2.5 pc m^{-2} . During the harvesting period of 59 weeks, the weekly average first class yield was 1.5 kg m^{-2} and the total annual first class yield was 78 kg m^{-2} . When the cultivation period was one year with five successive short-term plantings with a planting density of 2.5 pc m^{-2} and the first class yield amounted to 66 kg m^{-2} , the production cost was calculated to be € 2.56 per kilo.

The proportion of first class yield was 87–91% of the total yield weight. Before clearing the stand, 3–5% of the total yield weight was picked as green fruits. The proportions of first class yield or green fruits were not affected by the planting density. The proportion of cracked fruits was 3–4% of the total fruit weight.

In the first production season, low-density planting produced more cracked fruits than high-density planting, but in the second season, the planting density did not affect the proportion of cracked fruits.

Increased planting density resulted in some quality defects on fruits in the first cluster. In a sunny period in the second production season, low-density planting produced fruits which had higher total soluble solids concentration than those produced in high-density planting. In low natural light period, the total soluble solids concentration of fruits in the first cluster was not affected by the planting density. The total soluble solids concentration of fruits in the final cluster was not affected by the planting density.

High-density planting utilized photosynthetically active radiation (PAR) more effectively than low-density planting. In high-density planting, one mole of PAR produced 9 g fresh tomato in the first production season and 7 g fresh tomato in the second production season. The most effective stand was interplanted in November and the most ineffective stand in May or in June.

Continuous production proved to be difficult to implement because in winter the population of white flies (*Trialeurodes vaporariorum*) could not be totally controlled by beneficial insects. A short annual break in cultivation helps to keep white flies under control. Because the abundant use of electrically heated sulphur pot against powdery mildew (*Oidium neolycopersici*) is a risk for the beneficial insects, a cultivar suitable for continuous production should have high tolerance against powdery mildew.

Renewing the tomato stand without any long gaps in fruit harvesting proved to be possible all year round, but the interplanting method may be too laborious in relation to the yield profit gained. If more than 10 fruit clusters could be picked from a single plant, the number of plant stands could be reduced, but then again, a higher greenhouse would be needed. Supplemental lighting directly to the lower part of the plant stand would probably also be useful.

More information:

Karhula, T. & Outa, P. Economy of interplanting of tomatoes with five plantings a year in Finland. *Acta Horticulturae* 711. (In press).

Näkkilä, J., Hovi-Pekkanen, T. Tahvonen, R. Interplanting ensures continuous tomato production. *Acta Horticulturae* 711. (In press).

8.4 Greenhouse cooling in summer – preliminary results

Liisa Särkkä, Tiina Hovi-Pekkanen, Timo Kaukoranta, Risto Tahvonen & Jukka Huttunen¹

¹ Biolan Oy

Despite the country's Northern location, greenhouse production in Finland suffers from high temperatures in summertime and the plant production could be improved by cooling greenhouses. To investigate the effects of a novel direct air-water heat exchanger cooling system on greenhouse climate conditions and plant growth, a trial was carried out with cucumber (*Cucumis sativus* cv. Cumuli) cultivated from June to September 2005.

In the cooling compartment, the cooling system was capable of maintaining air temperature below the maximum set point without any need for shading or ventilation,

when global radiation was less than 600 to 700 Wm⁻². In the control compartment, temperature was controlled by means of ventilation alone. The cooling system allowed for keeping the vents closed and maintaining a high CO₂ concentration, except for a few midday hours of the hottest summer days, while in the control compartment the vents were open for at least 11 hours daily. During the experiment, the mean CO₂ concentration and vapour pressure deficit (VPD) were 910 ppm and 0.495 kPa in cooling and 565 ppm and 0.706 kPa in control, respectively.

The cooling system increased cucumber yield both in quantity and quality. Total cumulative yield over 12 harvesting weeks was 44.4 kg m⁻² in cooling and 35.8 kg m⁻² in control. Cooling also affected plant structure and dry matter partitioning: the dry weight of fruits, leaves, total above-ground biomass, and harvest index increased, whereas the leaf weight ratio decreased. In cooling the number of leaves was reduced and the leaf size was increased compared to control.

More information:

Särkkä, L. E., Hovi-Pekkanen, T., Kaukoranta, T., Tahvonen, R. & Huttunen, J. Greenhouse cooling in summer in Finland – Preliminary results of climate control and plant response. *Acta Horticulturae* 719. (In press).

8.5 Long-term cultivation of cut gerbera in peat based growing media

Liisa Särkkä, Päivi Tuomola, Olli Reinikainen¹ & Markku Herranen¹

¹ Vapo Oy

Peat substrates of many years' standing are rarely used in greenhouse cultivation. Our aim was to develop a peat based growing medium suitable for long-term cultivation of cut gerbera. Cut gerbera 'Ruby Red' plants were grown in 3.5-litre pots in the greenhouse for 2.5 years in 5 peat based growing media and perlite. The peat substrates were extra coarse *Sphagnum* peat (AApeat); peat granules 40% + coarse *Sph.* peat 60% (PG40); peat granules 10% + coarse *Sph.* peat 90% (PG10); peat granules 10% + *Eriophorum* peat 90% (PG10+E); dark peat granules 30% + coarse *Sph.* peat 70% (DPG30). Supplementary lighting for 10-12 h d⁻¹ with 140-180 μmol m⁻² s⁻¹ PPF was supplied and the CO₂ level was kept at 500-600 ppm when the vents were closed.

The total yield over 2.5 years was highest in DPG30 (444 flowers m⁻² year⁻¹), perlite (430 flowers m⁻² year⁻¹) and PG40 (423 flowers m⁻² year⁻¹) and lowest in AApeat (389 flowers m⁻² year⁻¹) and PG10+E (388 flowers m⁻² year⁻¹). The yield in AApeat decreased after the first year of cultivation and remained at that low level until the end of the experiment (Figure 2, page 18). In contrast, the yield in PG40 started to increase after one year. The prolonged cultivation time reduced the yield quality in all growing media. Physical parameters at -10 cm suction were measured. These parameters changed only little during the experiment and could not explain the changes in properties of the growing media during cultivation time which were seen in the yield quantity.

The lowest percentage of drain water was measured in DPG30. The total amount of water per plant consumed by perlite and DPG30 during the whole experiment was higher than that consumed by the other growing media. However, the differences between the growing media in the amount of water consumed per one inflorescence were small. To develop one inflorescence, plants consumed two litres of water in average.

In summary, it was possible to grow gerbera both in perlite and in peat based growing media containing 30-40% structure stabilizer for a period of 2.5 years and receive good yield throughout the cultivation.

More information:

Särkkä, L., Tuomola, P., Reinikainen, O. & Herranen, M. Long-term cultivation of cut gerbera in peat based growing media. Int. Symp. on Growing Media in France 2005. Acta Horticulturae. (In press).

8.6 Biofungicide treatments of the growing medium for gerbera

Liisa Särkkä & Päivi Tuomola

A 2.5-year experiment was conducted to test various biofungicide treatments of the growing medium for cut gerbera, applying Prestop® WP (*Gliocladium catenulatum*) 0.25 g per plant, Mycostop® (*Streptomyces griseoviridis*) 0.005 g per plat, Mycostop or Prestop in turn, and no biofungicide application as the control. Gerbera cultivar was 'Ruby Red' and growing medium was perlite. The plants were watered by hand with a biofungicide solution every 4 weeks during the first year and thereafter every 4–5 weeks. During the first year there were 14 application times, thereafter 12 times a year. The plants were grown in 3.5-litre pots, 6.5 plants per square metre. Supplementary lighting for 10–12 h d⁻¹ with 140-180 μmol m⁻² s⁻¹ PPF was provided, and the CO₂ level was kept at 500–600 ppm when the vents were closed.

Prestop treatment improved gerbera yield in quantity up to 1.5 years of cultivation, as compared to the control (Figure 3, page 19). The yield quality was in all biofungicide treatments better than in the control almost throughout the whole growing period. The proportion of first class inflorescences of the total yield was 70–72% in the biofungicide treatments and 65% in the control. Approximately 13–14% of the inflorescences were malformed in the biofungicide treatments, while the corresponding percentage was 21% in the control.

8.7 Plant protection in cut rose and cut gerbera

Päivi Tuomola

The use of integrated plant protection was tested with roses and gerberas. In general, biological control was sufficiently efficient and chemical control was only occasionally needed. In roses, biological control was successful against whiteflies and thrips, while more problems occurred with spider mites. More pests were found in gerberas than in

roses, but in general, the beneficial insects worked well. In gerbera, whiteflies were the most difficult pests to control in winter.

Roses and gerberas were grown in adjacent 100 m² greenhouse departments. Electrically heated sulphur pots were used for 1–2 hours at night to avoid powdery mildew attacks. There were six yellow sticky traps per unit and they were checked once a week. Usually, thrips were seen on traps before they emerged in flowers. Generally, also whiteflies were noticed on traps before they were flying on crops. Naturally, the most important observations were made when harvesting the crops.

Parasitic wasps were used to control whiteflies in both roses and gerberas. *Encarsia formosa* wasps were introduced to crops on regular basis all year round. *Eretmocerus eremicus* wasps were applied in the summer. They were released from cards 1–3 times per month. The volume varied between 2–15 wasps per m² as necessary. Parasitic wasps performed well in spring and summer, but in gerbera, they developed too slowly in the dark winter period. At that time, chemical treatment by irrigation (100 ml per plant) with imidacloprid was effective against whiteflies but, at the same time, harmful to the beneficials.

Predatory mites were used to control spider mites as soon as they were observed. The main beneficial was *Phytoseiulus persimilis*. In the summer *Amblyseius californicus* mites were also used: they were spread 10–20 pieces per m². Sometimes it was necessary to spray pesticide to spider mite hotbeds in order to prevent major damages to crops. With the help of selective chemicals, fenbutatin oxide and hexythiazox, the beneficials were saved and a satisfactory result was achieved by a single treatment.

Both in roses and gerberas, *Amblyseius cucumeris* predatory mites performed well against thrips. They were spread at 200–500 pieces per m² from bags every 4–6 weeks. Frequently after harvesting, the flowers were shaken above a sheet of white paper for the purpose of counting the thrips and predatories.

Some aphids, leaf miners and caterpillars were found in gerberas. These pests were beaten with the help of parasitic wasps: *Aphidius* species controlled aphids, *Diglyphus* and *Dacnusa* species parasitized leaf miners, and *Trichogramma brassicae* took care of caterpillars.

8.8 Different bending and harvesting heights during the first cultivation year of rose plants with big-sized flowers

Liisa Särkkä

A well branched rose plant has a potential to give more flowering shoots than a plant with only few branches. Rose plants with big-sized flowers sprout less shoots than plants with smaller flowers. Therefore, it is important to build up a young plant to a well branched plant. The aim of this study was to examine the effects of different bending and harvesting heights during the first cultivation year on the branching and flower formation in a rose cultivar with big-sized flowers, ‘Amadeus’.

Planting was done on November 28, 2002. Plant density was 8 plants per m². The first bending was performed on December 12, 2002. Three out of 8 treatments were bent twice, with the second bending on January 2, 2003. Harvesting heights varied (Table 2, page 22).

Supplemental lights were on 18–20 h d⁻¹ with 160 μmol m⁻² s⁻¹ PPF, and the CO₂ level was 600 ppm when the vents were less than 30% open.

After two bendings, the number of bottom breaks was higher and the number of other shoots lower in plants bent at the base than in plants bent above three buds. In September, the number of bottom breaks had equalized to approx. four per plant. This suggests that it is not vital to produce a high number of bottom breaks soon after the planting.

Treatments with two bending times gave seven flushes a year and those with one bending time eight flushes. For analysis, two flushes were combined to result in four yielding periods. Yield in quantity differed between treatments over the yielding periods (Figure 4, page 23). Treatment 5 had a higher total yield (314 flowers m⁻²) than the other treatments, except for treatment 2 (298 fl. m⁻²). The yield of treatment 2 was higher than that of treatments 1 (262 fl. m⁻²) and 4 (270 fl. m⁻²). The yields of other treatments were between 273 and 284 fl. m⁻². Treatment 5 had the largest number of blind shoots; 158 m⁻². The lowest numbers of blind shoots were found in treatments 1 and 2; 79 and 69 m⁻², respectively. A high number of blind shoots increases the amount of work. Therefore, treatment 2 could be superior to treatment 5 in terms of the yield quantity and blind shoot formation.

In September 2003, there were approximately three bent shoots per plant in treatments 1 and 2, while in the other treatments there was only one bent shoot per plant. During the yielding periods, the elevation angle of the yield was steeper in July-August, and the yield quantity was higher in September-November in treatments 1 and 2 than in other treatments (Figure 4, page 23). This suggests that the number of bent shoots has an important impact on yield quantity and that the shoot number should be about three per plant. Too many bent shoots will only cover each other and limit light penetration to the lowest shoots.

At the end of the experiment in December 2003, the number of second order lateral shoots, which are assumed to predict the yield potential in the coming two years, was approx. seven per plant. In treatment 7, there were 8.2 shoots per plant. This suggests that young plants can be built up in many different ways in order to reach a certain yield potential in the coming years.

Considering the yield quantity received during the first year of cultivation, it is not recommended to both bend and to harvest the first flush at the base of the plant. Rather, it is better to start to build up a crown immediately after bending. When the shoot is bent over the horizontal level, the new buds at the base of the plant should sprout sooner.

More information:

Särkkä, L. 2004. Yield, quality and vase life of cut roses in year-round greenhouse production. Dept. of Applied Biology, University of Helsinki. Publication 23: 64 p. + app. Dissertation. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/sarkka/>

8.9 Growing media for pot and container plants

Liisa Särkkä

Experiments on different growing media have been carried out at MTT Horticulture in cooperation with Vapo Oy and Kekkilä Oyj since 1999. The aim of this study was to investigate the suitability of peat of different origin and decomposing grades, and mixtures of peat with sawdust or composted bark for different plants. The examined pot plants were

pansy, saintpaulia, miniature rose and poinsettia, and container plants were rhododendron, highbush blueberry and potentilla.

Dark peat types proved suitable for pansy, saintpaulia, miniature rose and poinsettia. Sawdust mixtures were unsuitable for pansy. Mixtures of peat and composted bark were fairly good for pansy, but not for saintpaulia. A small amount of composted bark in the peat mixture suited well for miniature rose and poinsettia.

Growing media used for rhododendron and blueberry were fertilized so as to achieve a low pH value. Suitable growing media for both species were mixtures where the amount of composted bark did not exceed 50%. A small amount of sawdust in the mixture was also fine. However, sawdust did not suit for potentilla at all, whereas bark compost mixtures were suitable.

Many types of growing media proved to be suitable for pot and container plants. Plant-specific root appearance, growth habit and cultivation time all contribute to the choice of the growing medium for each species. Individual irrigation strategies for each species and growing media are important for successful cultivation.

9 Fruit production



9.1 Novelties to strawberry assortment: the early variety Kaunotar and the tryout selection Kulkuri

Tarja Hietaranta

In 2003, the MTT strawberry selection 91054019 was released for cultivation as a new variety Kaunotar. The variety originates from a crossing between ‘Hella’ and ‘Glima’ made in 1991. One of the positive features of the new variety is its earliness, which is comparable to that of ‘Jonsok’. ‘Kaunotar’ clearly surpasses ‘Jonsok’ in fruit quality, including taste. The fruits of ‘Kaunotar’ are medium-sized or smallish, with a good general appearance. They are cordiform or globose conic in form, and the achenes are usually embedded. Fruits are cardinal red and they display good internal colour. The calyx is fairly easy to remove. Fruit firmness is moderate, comparable to that of ‘Bounty’. The taste of the fruits is pleasant and often sweet.

In trials, ‘Kaunotar’ has demonstrated good winter hardiness, almost equal to the controls ‘Bounty’ and ‘Senga Sengana’. The plants are moderately vigorous and dense. Runner production is normal. Mildew symptoms have been found in growth, but no symptoms have been encountered on fruits. ‘Kaunotar’ is fairly susceptible to crown rot. With better fruit quality than ‘Jonsok’, ‘Kaunotar’ is a good alternative for early strawberry production. Because ‘Kaunotar’ has a tendency for small fruit size, sufficient water supply should be ensured, and drip irrigation is recommended.

A tryout selection Kulkuri was released for propagation in elite plant production and to growers for trial cultivation. The tryout selection Kulkuri is an MTT hybrid number 91062123, a crossing between 'Hella' and 'Redgauntlet'. In trials, the tryout selection Kulkuri has demonstrated good winter hardiness, equal to the controls 'Bounty' and 'Senga Sengana'. It develops a moderately vigorous and dense growth and its runner production is normal. Some mildew symptoms have been found in growth, but no symptoms have been encountered on fruits.

The fruits of the tryout selection Kulkuri ripen in midseason. In terms of earliness, productivity and fruit size, it is comparable to 'Senga Sengana' and 'Bounty'. Fruit form varies from globose to globose conic with a typical "blunt tip". Fruit colour ranges between cardinal red and wine red, and fruits display good internal colour. Achenes are usually at the level of fruit skin or slightly embedded. Fruits are somewhat soft, and the bruising of the fruit skin is a characteristic that should be monitored. Taste is strong and it has divided opinions; at its best, the taste has been somewhat similar to wood strawberry.

MTT commenced a new strawberry breeding programme in 1997. The main goals for breeding, in addition to good adaptation to the Finnish climate, are fruit firmness and resistance to mildew (*Sphaerotheca macularis*). Within the new programme, about 56,000 crossing seedlings have been produced for selection. The first advanced selections are now ascended in comparative trials, from which the first varieties can be selected for cultivation.

9.2 Strawberry varieties for extended harvest season

Saila Karhu & Tarja Hietaranta

In recent years, systems to extend strawberry production outside the conventional harvest season have been developed at MTT Horticulture. In 2003-2004, a variety trial was carried out in order to find productive varieties suitable for both late-season autumn production and early-season summer production. One-year-old frigo tray plants were used for planting in June 2003, and two crops were harvested from them. A walk-in plastic tunnel was used to extend the growing season and the plants were covered by a floating row cover in the winter. In addition to the named varieties, the following selections bred by MTT were tested: 023 (97036023; 'Hella' × 'Kent'), 029 (97079029; 'Jewel' × 'Senga Sengana'), 035 (97085035; 'Jewel' × 'Polka'), 043 (97094043; 'Polka' × 'Emily') and 045 (97121045; 'Bounty' × 'Eros').

Apart from mildew-sensitive 'Rosie' and 'Polka' that produced misshapen early crop, at least 80% of the yield of all the other genotypes was marketable (sound berries with a diameter > 18 mm) in 2003, and in 'Camarosa', 023 and 'Kent' the proportion of marketable yield exceeded 90%. The proportion of Extra class berries (diameter > 25 mm) was over 85% in 'Camarosa' and 'Kimberly', and – except for the selections 029 and 035 – at least 70% in the other genotypes. In 2004, the marketable yield amounted to at least 97% and Extra class berries to at least 77% of the total yield of all genotypes.

After the winter season 2003-2004, the most severe winter injuries were detected in genotypes 'Camarosa', 023, 045, 'Cilady', 'Kimberly' and 'Rosie'. The high yield expectations of the genotypes 'Camarosa', 'Kimberly' and 023, based on the previous year's results,

were not met in 2004, presumably due to the winter injuries (Figure 5, page 27). On the other hand, the genotypes 'Florence', 029 and 043 improved their performance clearly.

Among the British varieties, 'Florence' produced a low yield in the first year, its berries were somewhat susceptible to strawberry mildew and their appearance was rated low. In 2004, however, the colour and appearance of berries was much better, as was the yield. The variety is promising as a late variety in conventional open-air cultivation. The berries of 'Pegasus' were rather small and somewhat susceptible to mildew. They also had a dry, non-juicy texture, and both taste and firmness were modest. 'Rosie' was early but low-yielding and susceptible to mildew.

'Camarosa', bred in California, had a long and high-yielding harvest period in the first year. After over-wintering, the second-year performance was not equally outstanding. The berries, however, were large, good-looking and firm. The Canadian variety 'Kent' was high-yielding in both years, and the harvest time was long. The size of berries was acceptable, as were their taste and firmness.

One of the tested French varieties, 'Cilady', was low-yielding. Its berries were large but sour. 'Ciloë' yielded rather well. Its berries were large but neither taste nor appearance was rated high. 'Polka', the Dutch variety most commonly cultivated in Finland, was very productive, but the berries were small and soft. The other Dutch variety, Kimberly, yielded well in 2003, but suffered from winter injuries. The berries were firm, but the taste was rated poor.

Among the MTT selections, 023 suffered from winter injuries, 035 had small-size berries, and 045 too soft berries. In 029, the berries were comparable to 'Polka' in size, but they were firmer. The selection also overwintered well and produced a high second-year crop. This also applies to selection 043 which had sweet and fairly firm fruits. These two selections will be named as varieties in 2007. In addition to producing information about the varieties, the results of the trial also showed that, by utilizing strawberry frigo plants and plastic tunnels, it is possible to have two successive crop periods outside the main harvest season the first in autumn and the other early in the following summer.

More information:

Karhu, S. 2003. Plants for extended strawberry production. In: Hovi T, Karhu S, Linna M-M & Suojala T (eds.) Sadonkorjuu, Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 – Harvest, Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 79-80. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>.

Karhu, S.T., Puranen, R. & Aflatuni, A. White mulch and a south facing position favour strawberry growth and quality in high latitude tunnel cultivation. *Canadian Journal of Plant Science* 87. (In press).

9.3 Impact of preceding crop and peat amendment in strawberry field

Sanna Kukkonen & Mauritz Vestberg

Strawberry is the most important soft fruit crop in Finland. Problems caused by unfavourable weather conditions, management techniques and monoculture have occurred in strawberry production. The problems of monoculture are related to decreased soil quality.

The effects of preceding crop and peat amendment on strawberry yield and soil quality were studied at Laukaa Research and Elite Plant Station in 1999–2004.

The preceding crops, including strawberry, timothy, caraway, rye, turnip rape, buckwheat, onion and fiddleneck, were grown in 1999–2001 whereafter strawberry was cultivated across the whole area for another three years. Well humified dark peat was spread over one half of the area in spring 1999 and 2002. During the experiment, mainly biological properties of soil were measured because their weakening is often assumed to be the cause of soil sickness.

The analyses performed during the preceding crop stage in 2001 showed that caraway had more positive effects than the other crops on biological soil properties. Caraway increased microbial biomass, the number of earthworms *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea caliginosa*, and mycorrhizal effectiveness, and kept root feeding nematodes at a low level. Turnip rape and fiddleneck also slightly increased the number of *A. caliginosa* and kept the number of *Pratylenchus crenatus* nematodes at a low level, but as non-mycorrhizal crops they had a negative impact on mycorrhiza (although this did not affect subsequent strawberry growth). Onion had the clearest impact on microorganisms by decreasing microbial biomass and the quantity of *Phoma* spp and by increasing the quantity of *Fusarium* spp. Onion also decreased the number of *P. crenatus* and *L. terrestris*. Timothy, on the other hand, increased strongly the number of *P. crenatus*, which may be a risk for the subsequent crop.

Although different preceding crops had a clear impact on soil properties, no impact on subsequent strawberry growth and fruit yield was detected. This is often the case when trying to relate soil biological properties to plant growth and yield. However, our results are from a single field with a silt soil rich in organic matter, so the results cannot be generalized. On fields with poor soil quality, the results may be different.

Peat amendment increased the percentage of soil organic carbon and also affected some biological properties: the number of *A. caliginosa* and nematodes increased, and soil fungi and mycorrhizal effectiveness decreased. The results indicate that peat mainly increase the organic material pool (humus) of soil but has minor effect on the soil microbial community. The activities of some microorganism groups may be hindered, while those of others may be improved. However, despite the positive impact on the proportion of soil organic carbon, peat amendment did not increase strawberry growth and yield in this experiment.

More information:

Kukkonen, S., Palojärvi, A., Rääköläinen, M., Vestberg, M.. Cropping history and peat amendment-induced changes in strawberry field earthworm abundance and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 38. (In press).

Vestberg, M., Saari, K., Kukkonen, S. & Hurme, T. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. *Mycorrhiza* 15: 447-458.

Kukkonen, S., Palojärvi, A., Rääköläinen, M. & Vestberg, M. 2004. Peat amendment and production of different crop plants affect earthworm populations in field soil. *Soil Biology & Biochemistry* 36: 415-423.

9.4 Increased irrigation enhances strawberry yield

Kalle Hoppula & Tapio Salo

Promising results of tensiometer-based drip irrigation scheduling were achieved in a previous strawberry growth modelling trial, thus justifying further research on the irrigation need of strawberry.

A 3-year field trial on irrigation of strawberry started in June 2001. The cultivar used in the trial was 'Bounty', and it was grown on sandy soil using plastic tunnels. In the four irrigation treatments, the irrigation thresholds measured with a tensiometer were -150 hPa (the moistest); -300 hPa; -600 hPa (the driest); or -300 hPa, except in August -600 hPa. The motivation for the threshold variation (August vs. other months) in the fourth treatment was an established old cultivation practice where irrigation is discontinued after the harvest season. The treatments were drip irrigated to the field capacity (approximately -50 hPa) once the irrigation threshold was reached in the depth of 15 cm. The yield was classified into two classes. Marketable yield included flawless fruits with a diameter of more than 22 mm, and other yield includes the rest of the fruits.

In 2002, increasing the soil moisture enhanced both marketable and total yield (Figure 6, page 31). During the following winter, the plants suffered from considerable winter injuries. Consequently, in the growing season 2003, the irrigation treatments were not applied due to the plants' minimal water consumption. The results of the growing season 2003 actually reflect the effects of the previous year's treatments. In 2003, no clear differences between the treatments were observed. Fruit quality was studied in 2002. The increased soil moisture raised the fruit sugar content (Brix degree), but reduced fruit firmness. Soil moisture did not affect fruit acidity.

Tensiometer is recommended as a suitable tool for strawberry irrigation scheduling, because the plants' water consumption varies considerably depending on the growth stage, potential yield, and environmental factors. The annual variation observed in this trial was 5–22 l per plant per growing season. In a good crop year, water consumption is high, but in the planting year and after severe winter injuries the consumption is low. Intensive irrigation helps to attain higher yields, but at the same time, fruit firmness suffers.

More information:

Hoppula, K. & Salo, T. Tensiometer-based irrigation scheduling in perennial strawberry cultivation. *Irrigation Science*. (In press).

9.5 Abundant fertilization of strawberry is gambling

Kalle Hoppula & Tapio Salo

The fertilization methods based on greenhouse practice were studied in an outdoor trial during the years 2001-2003. The trial included a fertilizer level comparison, because in an earlier study of strawberry fertilization, the nutrient uptake was found to considerably exceed the amounts in fertilization. The 3-year trial started in June 2001 in a strawberry field emulating closed peat ridges. Three fertilization levels with different conductivities of fertilizer solution, 1) 0.6 mS cm⁻¹, 2) 1.2 mS cm⁻¹, and 3) 2.4 mS cm⁻¹, were studied.

The trial was fertigated in tandem with irrigation, but the nutrient content of the fertilizer varied depending on date. The peat was fertilized before the trial started and, therefore, no fertilization was applied in 2001. The cultivar used in the trial was 'Bounty'.

In 2002, the 0.6 mS cm⁻¹ treatment was fertilized with 0.96 g N per plant, 0.49 g P per plant and 2.89 g K per plant. In 2003, the 0.6 mS cm⁻¹ treatment was fertilized with 0.82 g N per plant, 0.49 g P per plant and 1.84 g K per plant. In the 1.2 mS cm⁻¹ and 2.4 mS cm⁻¹ treatments, the fertilizer amounts were double and fourfold, respectively. The nutrient amounts were determined by the plants' water consumption and the nutrient proportions varied depending on the plants' growth stage.

In 2002, the increased fertilization enhanced the yield (Figure 7, page 32). However, the increased fertilization decreased the winter survival, and in 2003, the treatment with the highest fertilization gave the lowest yield. As the average of two harvest years, the best mean yield was harvested from the 1.2 mS cm⁻¹ treatment, in which the nutrient amounts in fertilization matched the nutrient consumption of the cultivar 'Bounty'.

The increased fertilization reduced the fruit firmness, but raised acidity and sugar content (Brix degree). The 2.4 mS cm⁻¹ treatment produced the largest fruits. The application of fertilizer in connection with each irrigation time, which is different from the traditional strawberry cultivation practice, did not create problems in cultivation. However, it slightly increased the amount of work in fertilization.

9.6 Blackcurrant gains benefit from fertigation and intensive irrigation

Kalle Hoppula & Tapio Salo

During the past twenty years, the blackcurrant yields have decreased considerably in Finland. The effects of various irrigation and fertilization methods on blackcurrant yield was studied in a field trial as a part of the research project "Drip irrigation and fertigation - methods to minimize the yield gap in horticultural crops in field", which was conducted by MTT Horticulture at Piikkiö during the years 2001-2003. The cultivar used in the trial was 'Mortti' and the trial was planted in sandy soil in May 2001.

In 2001, no fertilization treatments were applied, but instead, the whole experimental area was fertilized with granular fertilizers prior to planting. In 2002 and 2003, two fertilization methods, fertigation and broadcast fertilization, were experimented. Broadcast fertilization was applied in the spring and fertigation between spring and the beginning of harvest season. In the three irrigation treatments in 2002 and 2003, the irrigation thresholds measured with tensiometer were -150 hPa (the moistest), -300 hPa, or -600 hPa (the driest). The rows were drip irrigated to the field capacity (approximately -50 hPa) once the irrigation threshold was reached in the depth of 20 cm.

In the cropping years 2002 and 2003, the best yield was achieved by using fertigation and irrigation threshold -150 hPa, but the differences between various treatments were not statistically significant. The mean yield of the trial was 519 g per plant in 2002 and 1740 g per plant in 2003, and in the best treatment mentioned above, the annual yields were 604 g per plant and 2012 g per plant, respectively. The fruit sugar content (Brix degree) was highest in the said treatment as well.

The mean Brix degree of the whole trial was 16.3 in 2002 and 15.0 in 2003, and in the best treatment the values were 16.8 and 15.7, respectively.

The vegetative growth and total yield correlated positively. Irrigation and fertilization methods did not affect the fruit size. On the basis of this study, blackcurrant appears to gain benefit from intensive irrigation and fertigation. The advantage is relevant, if the price of the blackcurrant yield depends on the sugar content of the berries. With the current producer prices, investment in drip irrigation is not profitable.

More information:

Hoppula, K. & Salo, T. 2005. Tensiometer-based irrigation scheduling with different fertilization methods in black currant cultivation. *Acta Agriculturae Scandinavica B* 55: 229-235.

9.7 Excessive irrigation decreases red raspberry overwintering

Kalle Hoppula and Tapio Salo

Winter survival is the primary limiting factor for red raspberry production in Finland. The effect of irrigation and fertilization methods on the winter survival of raspberry was studied in a field trial as a part of the research project “Drip irrigation and fertigation – methods to minimize the yield gap in horticultural crops in field”, which was conducted at MTT Horticulture at Piikkiö during the years 2001–2003. The cultivar used in the trial was ‘Jatsi’ and the trial was planted in sandy soil in May 2001. The overwintering measurements were carried out in 2002 and 2003.

In 2001, no fertilization treatments were applied. Prior to planting, the whole experimental area was fertilized with granular fertilizers. In 2002, two fertilization methods, fertigation and broadcast fertilization, were experimented. Broadcast fertilization was applied in the spring and fertigation between spring and the beginning of harvest season. In the three irrigation treatments in 2002 and 2003, the irrigation thresholds measured with tensiometer were -150 hPa, -300 hPa, or -600 hPa. The rows were drip irrigated to the field capacity (approximately -50 hPa) once the irrigation threshold was reached in the depth of 20 cm.

Abundant irrigation had a negative effect on the red raspberry overwintering, but the various fertilization methods did not affect winter survival remarkably. In both winters, the driest irrigation threshold (-600 hPa) was more successful than the other treatments. In spring 2002, 34% of the primocanes in the -600 hPa treatment and 49% in the other treatments were found dead. The proportions of healthy plants in 2002 were 55% and 38%, respectively. In spring 2003, 28% of the primocanes in the -600 hPa treatment and 68% in the other treatments were dead. The proportions of healthy plants in 2003 were 24% and 3%, respectively.

Red raspberry needs water for growth and yielding, but abundant irrigation delays primocane hardening by increasing vegetative growth. Consequently, we recommend that heavy irrigation late in the growing season should be avoided.

More information:

Hoppula, K. & Salo, T. Effect of the irrigation and fertilization methods on red raspberry winter survival. *Acta Agriculturae Scandinavica B* 56. (In press).

9.8 Endophytic *Pseudomonas fluorescens* provides resistance to fungal pathogens in strawberry

Otto Toldi¹ and Seppo Sorvari

¹Agricultural Biotechnology Center, Gödöllő, Hungary

Endophytic bacteria belonging to Pseudomonads are known to protect their host plants by suppressing pathogenic micro-organisms. For gaining understanding about how plants can/are able to distinguish between endophytic and pathogenic invaders, the activities of the different components of pathogen and antioxidant defence system have been studied in strawberry plants that were separately infected with *Botrytis cinerea*, *Phytophthora cactorum* and *Fusarium oxysporum* and in strawberries that were inoculated with *Pseudomonas fluorescens* prior to pathogen infection.

Endophyte-free plants responded to the pathogen infection in the expected way, that is, showed severe symptoms of a hypersensitive reaction (HR) followed by the occurrence of localized acquired resistance around the HR lesions. In contrast, the plants co-inoculated with *P. fluorescens* and the pathogens behaved differently. Instead of the well known symptoms of programmed cell death and HR, the infected plants were symptomless, that is, similar to the non-treated controls. The activation status of the pathogen defence systems also showed essential alterations in the two major treatment groups.

Our results indicated that the mechanism by which the endophytic bacteria control the pathogens involves the initiation of H₂O₂ signalling system and the biosynthesis of flavonoids in the host plants. In the absence of the endophyte, the pathogens suppress and delay these vital stress responses. In terms of practical application, the increased antioxidant and flavonoid contents render anti-tumor and anti-inflammation characteristics that may extend the shelf-life of the berries by suppressing the degradation of essential macromolecules.

More information:

Aura, J., Hytönen, T., Valkonen, J. & Sorvari, S. Endophytic bacteria *Pseudomonas fluorescens* strain 326 and its effect on crown rot (*Phytophthora cactorum*) in strawberry. AB-RMS, 25 February – 3 March, 2006, Hamburg University, MIN Faculty, Hamburg, Germany. (In press).

Kukkurainen, S. 2005. Isolering, identifiering och lokalisering av endofytiska bakterier hos jordgubbe och smultron. Pro gradu avhandling, Åbo Akademi, Institutionen för biologie, Turku. 74 p.

Kukkurainen, S., Leino, A., Vähämäki, S., Kärkkäinen, H.R., Ahanen, K., Toldi, O., Rugenius R. & Sorvari, S. 2005. Occurrence and location of endophytic bacteria in garden and wild strawberry. HortScience 40: 348-352.

Leino, A. 2003. Isolation, identification and localization of endophytic bacteria in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. L. and *F. vesca* L.). Master thesis, University of Turku. 69 p. + 6 app.

Toldi, O. & Sorvari, S. Signal exchange between endophytes and hosts: metabolic consequences that can influence food quality and postharvest storage. In: Sorvari, S. and Toldi, O. (eds.) EBA 2005: Proceedings of the 1st International Conference on Plant-Microbe Interactions: Endophytes and Biocontrol Agents. Saariselkä, Lapland, Finland, 2005, April 18 – 22. (In press).

9.9 Frost tolerance of the flowers of half-high bush blueberry

Katarzyna Strzelecka¹ & Risto Tahvonen

¹Wroclaw University of Agriculture, Wroclaw, Poland

Spring frosts commonly reduce high bush blueberry yields. Flower injuries were assessed in the Finnish half-high bush blueberry varieties Alvar and Aino after the exposure of whole plants to low temperatures of different degrees for 2, 4, or 8 hours. Damages on the flowers were evaluated on the basis of oxidative browning of ovaries. The flowers were rated according to their developmental stages, and the earliest stages were excluded from the experiment.

Flowers suffered no or only mild injuries at -1°C and -3°C , whereas at -5°C severe damages occurred. The degree of ovule damages varied according to the stage of flower development. In both cultivars, the youngest flowers were least susceptible to cold. The exposure times of subzero temperatures did not affect the degree of flower damages.

The fruit set was assessed 12–16 weeks after the frost treatments. The crop was not affected by the -1°C or -3°C treatments. Treatments at -5°C for varying times inhibited fruit development. Two hours at -5°C was sufficient to reduce the number of fruits to 1–2% of that in control plants. The few fruits that developed were smaller than those in the other treatments or controls. The low temperature treatments at -5°C even decreased the number of seeds in a fruit, which was also found in treatments at -3°C for 4 or 8 hours.

9.10 Micropropagated apple cultivars

Marjatta Uosukainen

If an apple tree grows on its own roots, the growth is regulated by its own genome, not by that of a rootstock, and there is no incompatibility between the shoot and root parts of the tree. The growth and development of the roots and tops are in balance. Own-rooted apple trees are thus a reliable alternative, particularly for private gardens. In case of serious damage to the main stem, a new tree can be grown from a sucker. The role of own roots is more emphatic the further in the North the apple trees are grown.

During the past 15 years, the over wintering, growth and development of own-rooted apple cultivars have been studied at MTT Laukaa Research and Elite Plant Station. Plants of the winter hardy rootstock YP and the cultivars Make and Pirja either on their own roots or grafted on YP rootstock were planted in the field. Snow was removed from the root area, and in 1993–1997 there were neither root damages nor differences in over wintering or development between the trees on different root systems.

The over wintering, development and growth of ‘Jaspi’, ‘Pirja’, ‘Maikki’, ‘Make’, and ‘Samo’ grown on their own roots or grafted on the rootstock YP were examined in 1992–2005. All the trees over wintered equally well. The cultivars on their own roots started apple production at the same time as the trees grafted on rootstock. Each cultivar showed a typical growth pattern: ‘Pirja’ and ‘Jaspi’ were moderate in growth, while ‘Maikki’, ‘Make’ and ‘Samo’ were rather robust. No weakness of root systems was observed in the own-rooted trees.

Winter hardiness of certain other own-rooted cultivars was also studied at Laukaa. Micro-propagated trees of the cultivars 'Konsta', 'Sandra', 'Vuokko', 'Geneva Early', 'Transparent Blanche' and 'Rescue' showed good winter hardiness. 'Chestnut', 'Lobo' and 'Summerred' suffered occasional damages, and 'Aroma', 'Åkerö' and 'Åkerö Hassel' showed poor winter hardiness and, in most cases, died soon after planting.

Rootstocks B9, MTT1, MTT2, MTT3 and M26 overwintered poorly at Laukaa when planted in the field without grafting. Only YP survived without damages for over 10 years, while the other rootstocks suffered severe damages annually. This shows that our apple cultivars are often more winter hardy than the rootstocks on which they are commonly grafted.

Micropropagation of apple cultivars is often difficult. During the past 15 years, the possibilities to produce apple trees through micropropagation have been studied at Laukaa. Micropropagation was successful in 18 out of 21 cultivars, and it was possible to start the commercial propagation of 8 cultivars.

Apple microcuttings are 2–3 cm long small shoots after the propagation stage in the laboratory. They are rooted in the greenhouse, where they initiate roots within two weeks. After 2 months, the height of the plants is approximately 20 cm, after 4 months 30 cm and after 6 months 70 cm. After a winter dormancy of a few months and the second growth period they reach the height of 150 cm.

10 Vegetable production



10.1 Efficient production of pickling cucumber

Terhi Suojala-Ahlfors

Pickling cucumber is an important vegetable for industry. Its profitable production requires high-quantity and high-quality yields. A research project was carried out in 2001-2003 to establish guidelines for drip irrigation and fertigation of pickling cucumber. In addition, the MTT Economic Research Unit and the Finnish Work Efficiency Institute investigated the economy of drip irrigation and the work demand of different irrigation methods.

The plants benefited from the constantly high soil moisture content, which was achieved by starting irrigation when the suction indicated by tension meters was at -150 – -300 hPa. Fertigation of pickling cucumber resulted in high efficiency of fertilisation. Usually, a relatively low nitrogen dose (120–140 kg ha⁻¹) was sufficient for a good yield. Of the total amount of nitrogen, 1/3–1/2 can be given in preplant fertilisation, while the rest is added in fertigation. Potassium fertilisation can also be divided into preplant spreading and fertigation, while other nutrients are optimally provided in pre-planting fertilisation to ensure proper growth. Fertigation should start shortly before harvesting.

Nutrient uptake was also measured in the experiments. Pickling cucumber takes up nutrients efficiently: the uptakes per one tonne of yield were 1.2–1.4 kg N, 0.28–0.35 kg P and 2.2 kg K. Economic research showed that yields should be relatively high for the production to be profitable. The limit of yield for profitable production of pickling cucumber was 55 t ha⁻¹.

More information:

Suojala, T. 2003. Drip irrigation in the production of pickling cucumber. In: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (toim.). Sadonkorjuu - tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002. Harvest - Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 87. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>

Suojala, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. 2004. Drip irrigation and fertigation of pickling cucumber. In: Numero speciale/Special Issue : ISHS Symposium, Towards ecologically sound fertilisation strategies for field vegetable production, Perugia, Italy, 7-10 June 2004. Italus Hortus e Notiziario SOI di Ortoflorofruitticoltura 11, 3: 27-28.

Suojala-Ahlfors, T., Salo, T. 2005. Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstances. *Scientia Horticulturae* 107: 11-16.

Suojala-Ahlfors, T., Salo, T. & Pulkkinen, J. & Tikanmäki, E. 2005. Nutrient demand and uptake by pickling cucumber under drip irrigation in a northern climate. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 80: 498-502.

10.2 Industrial cooling water utilization in growing plants sensitive to cold

Marja Kallela

Industrial plants' cooling water has been found to cause local sea water warming and eutrophication near the discharge channel. At TVO's power plant in Olkiluoto, the temperature of the sea water running through the cooling system rises by 13 degrees. MTT, Kasvutaito Ltd. and TVO carried out a study on the utilization of the cooling water in soil heating to lengthen the outdoor growing period for vegetables.

Climatically sensitive vegetables or less commonly grown species were chosen for the experiment: sweet corn, watermelon, melon and iceberg lettuce, and perennial grapevine and bog arum. Dill was sown as a control plant since it expresses well any changes in growing circumstances and deficiency symptoms. Pipelines for cooling water were buried in the soil at the depth of 40 cm where the cooling water was circulated before being discharged back to the sea. The growing area for grapevine and bog arum was kept melted year around by circulating cooling water from the power plant. During the test years, young grapevines gave little yield, but they grew well. Bog arum yield suffered from the excessively hot weather at midsummer, but the root systems overwintered well in the heated soil of the open field.

Growing of annual plants started in the beginning of March or April. The soil had started to melt a month before. Growth was protected towards frost in early growing season by means of covering cloth in the two first years, and a plastic walk-in tunnel was built for the last test year 2004. Sweet corn, iceberg lettuce, watermelon and dill were grown in the tunnel. Control plants of each species were grown outdoors as in 2002 and 2003.

In the growing periods 2002 and 2004, the climate conditions were normal, but in 2003, the spring was chillier and the autumn warmer than normal in Finland. Heated soil and covering cloth did not advance the yield from plants sensitive to cold. Acclimated plants, such as dill and iceberg lettuce, however, gave yield from the tunnel and heated soil at the end of May, a month before the normal outdoor yield in Finland.

From heated outdoor areas with covering cloth, yield was harvested a week later. Sweet corn harvest from the tunnel started in 2004 on 23 July, nearly two weeks earlier than outdoors, where it started on 4 August. In general, watermelon gives yield every second or third year in southern Finland. In this experiment, yield was harvested every season. Even melon that is usually not cultivated in Finland produced a good crop at the end of August, when tested in 2004.

10.3 Physical weed control of garden pea

Marja Kallela & Petri Vanhala

The annually cultivated area of garden pea grown for frozen industrial products totals approximately 1000 hectares. The most difficult problem in the industry is caused by the weed flower heads and buds which are of the same size and colour as garden pea. In the project entitled “Organic production of vegetables for industry”, various methods for controlling weeds in garden pea fields were compared in the years 2001–2003.

The field trials were conducted at the MTT Vegetable Experiment Site at Kokemäki in 2001 and 2002. In 2003, a farm trial was carried out in Ulvila. The varieties tested were the leafy ‘Avola’ in Kokemäki and the leafless ‘Skylark’ in Ulvila; the last mentioned has large stipulates and strong cirri. A commercial organic fertilizer was used in the field, namely processed broiler manure, Biolan Extra (%NPK 4-1-2).

The following treatments were applied in each of the three years: 1) early tilling of seedbed with weed flaming just before seedling emergence; 2) weed harrowing once when the seedlings had three-foilage leaves; 3) weed harrowing twice, at seedling emergence and when the seedlings had three-foilage leaves; and 4) control treatment without any weed controlling measures. Additional treatments included 5) with seed density increased by 50% over the normally recommended density, in 2001 and 2002, and 6) raking with plank at seedling emergence in 2001. The exact dates of various control measures are presented in Table3, page 43.

In the first two years, the early seedbed preparation accompanied by weed flaming just before the emergence of seedlings was effective, but in the last year, the flaming damaged pea seedlings, resulting in a lower yield than from the control area. The year 2001 was dry, and the yield was low. Dense growth gave the highest yield, but in the following year, the yield from the high-density area was poor. The weed harrowing treatments gave good yields in 2002 and 2003. (Figure 10, page 44).

Weed harrowing and early seedbed tilling together with weed flaming turned out as feasible weed control methods. Weed harrowing is a more economical method and not so tied to the time of pea seedling emergence as flaming is. The results showed that it is possible to get a similar yield from organic garden pea as from conventional garden pea, if weeds are eliminated by physical weed control measures that do not damage garden pea seedlings.

10.4 Optimal vegetable cultivars for various purposes

Marja Kallela, Petri Vanhala & Terhi Suojala-Ahlfors

Vegetable cultivars grown in Finland mainly originate from Central Europe or North America. Day length and the duration of growing season, however, limit the success of vegetable crops in Finland. The aim of this research was to identify the cultivars that are

ideally suited for different purposes, e.g., storable carrot cultivars to be sold as washed, broccoli cultivars tolerant to acrylic covering cloth, iceberg lettuce for fresh market, or pickling cucumber cultivars for industrial preserves. Cultivars were studied for their acclimatization properties, cultivation properties, and the quantity and quality of yield. Quality assessments were carried out in co-operation with various partners assessing the suitability of cultivars for their own production methods, industrial processes, products, or different phases in trade. Kesko Food Ltd laboratories carried out sensory quality evaluations for broccoli, iceberg lettuce and carrot.

The experiments for pickling cucumber varieties started at Piikkiö in 2002. The highest yields were produced by Nunheimin 4023 and Nunheimin 4025. Variety RS 2211 produced medium amount of yield and was tasty and flavoured. The most productive cultivars started yielding relatively early. RS 2080 started to produce yield later, but its yield was higher than average. Of the older cultivars, 'Opalit' was the most successful. The highest percentage of marketable yield was produced by Bejo 2698 and Rijk Zwaan's cultivars Majestosa and Dirigent.

Variety trials for broccoli were conducted in 2004–2005 at two sites, in an organic farm and in another farm that produces both conventional and organic broccoli. In sensory quality tests, broccoli from the purely organic farm was every year better than the conventionally produced broccoli. This may be due to the excellent soil condition in the organic farm. Cultivars Fellow and Montop had the best taste, both fresh and cooked. Of the late varieties, 'Ironman', 'Marathon' and 'Monaco' were the best. The external quality of 'Monaco' was, however, reduced due to hollow stems, and 'Marathon' suffered from bacterial diseases. Contrary to expectations, the covering cloth that was removed only two weeks before the beginning of harvest did not reduce the external quality of broccoli but protected it against pests and torridity.

Variety trials for iceberg lettuce were conducted at Piikkiö during 2004–2005. Each year, lettuce was planted in the middle of May, June and July. The yield of each planting was harvested at two points of time, with 3–7 days intervals. For most cultivars, the favourable time for harvest was relatively short. In early harvest, the proportion of small (less than 300 g) lettuce heads was high, whereas in the later harvest certain quality deficiencies started to emerge: tip burn, rot and grey mould. The reliable producers of high yield and quality were cultivars Ardinás, Dover, Platinas and Robinson. All the varieties received good grades for sensory quality, with 'Ardinas' having the highest grade for taste.

The variety trials of storage carrot were carried out on farms in southern Finland during 2004–2005. The yield as well as taste and other aspects of sensory quality varied between batches. The location of field also affected the order of superiority of various cultivars, and consequently, it is not possible to set the cultivars in an order of superiority. For example, cultivars Maestro, Soprano and Ceres were in many cases among the most productive cultivars, but in some trials they were less successful.

Differences in storability were also observed. Cultivars Maestro and Nelix had good storability, while 'Dordogne' was among the cultivars with the poorest storability. The storability of cultivars Ceres and Negovia varied according to the growing location, even within the same year.

More information:

Kallela, M. & Peltue, T. 2005. Variety trials of broccoli in organic farming. NJF Report 1, 1: 73-75.

11 Landscaping plants and nursery production



11.1 New FinE® plants

Sirkka Juhanoja

FinE®, Finnish Elite, is a registered trademark distinguishing plant material that meets the set quality criteria. During the years 2003–2005, two species of low ground-covering willows, three sea buckthorn varieties, three sour cherry varieties and a red currant strain have been certified as FinE® plants. Up to now, the right to use the trademark FinE® has been granted to 19 ornamental bushes and 20 berry or fruit varieties.

The two willow species, *Salix* × *aurora* ‘Tuhkimo’ and *S. glauca* var. *callicarpaea* ‘Haltia’ are very hardy, fast growing and suitable for ground covering purposes. Both bushes are about half metre high, healthy and winter hardy up to, at least, Northern Ostrobothnia. They can be planted in slopes of different angles, and they thrive even in traffic areas. A sunny place and harsh ground are ideal for these species. They can also be used as a substi-

tute for grass. ‘Tuhkimo’ has small, dark green and shiny leaves which resemble the leaves of *Cotoneaster* species. The shoots are deep reddish brown. Female catkins open early in spring along with the leaves. This willow could in many cases be used instead of not so hardy low cotoneasters. ‘Haltia’ comes from Greenland. Its leaves are greyish downy and shoots reddish.

Sour cherry (*Prunus cerasus*) ‘Inkeröisten Kuulasmarja’ grows fast and begins to bear fruit early. It has fairly big, scarlet, sweet and juicy berries. The fruit flesh is light and the juice pellucid. The cherries ripen after mid-July. Due to its beautiful growth habit, ‘Inkeröisten Kuulasmarja’ is also useful as an ornamental tree. It is winter hardy in Central Finland.

Sour cherry ‘Sikkolan Kuulasmarja’ grows and develops very fast and gives the first yield at the age of five years. Flowering is usually very rich but the amount of yield varies yearly, which is typical of sour cherries. ‘Sikkolan Kuulasmarja’ is a good table fruit because of its high sugar content. It is hardy in zones III–IV.

Sour cherry ‘Rauhalan Morelli’ is typically monocormous as a young tree. Its crown is fairly narrow and conical in shape. The flowers have a light pink tone and the tree is beautiful as an ornamental tree. Morello cherries are usually very sour in taste but ‘Rauhalan Morelli’ is a good table fruit. The variety is hardy in zone IV. Another sour cherry tree is needed as the pollinator for all these three varieties.

Among the clones of an old red currant variety ‘Rotes Wunder’, a good and healthy local strain has been found in Finland. It is called ‘Rotes Wunder Katri’. Also the sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) varieties Terhi, Tytti and Tarmo have been granted the FinE[®] trademark.

More information:

Karhu, S. 2003. New sea buckthorn cultivars Terhi, Tytti and Tarmo. In: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (eds.) Sadonkorjuu, Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 – Harvest, Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 83-84.
<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts42.pdf>

Karhu, S. & Prokkola, S. 2004. New sea buckthorn cultivars for northern conditions. In: Mörsel J.-T. & Thies, S. (eds.) Proceedings of the 1st Congress of the International Seabuckthorn Association, September 14-18, 2003, Berlin, Germany, p. 43-46.

11.2 Quality plants for landscaping

Sirkka Juhanoja

In order to improve the quality of plant material available for landscape gardening in Finland, MTT Horticulture carried out two projects during the years 1989–2003. The first dealt with the clone selection of woody ornamentals and the other with the selection of woody ground-covering plants for urban environments. Both projects were partly based on the Keskas register maintained by the University of Helsinki.

For the register, hardy and attractive plants in existing plantations were collected. The register includes over 700 plants. Part of the collected material was of so high quality that they could directly be introduced into production, but a large proportion had to be subjected to selection trials.

For the purpose of marketing the best plants from the selection trials, MTT has registered a trademark. The trademark FinE[®], Finnish Elite, distinguishes plant material that meets certain quality specifications. The trademark can be granted to plants which have been studied in Finland and which are of high genetic quality, healthy, hardy in Finland and free of problems in propagation. The trademark has been developed jointly with the Finnish Association of Nurseries. Mother plants for the propagation of FinE[®] plants are available at the Laukaa Research and Elite Plant Station. It is possible for foreign nurseries to make an agreement on the right to use the trademark FinE[®]. Comparative field trials or a long-standing experience in different climatic zones in Finland give an opportunity for a plant to be selected as a FinE[®] plant. Currently, altogether 19 ornamentals and 20 berry and fruit cultivars are available as FinE[®] plants and a total of 22 nurseries and 20 garden centres or garden centre chains use the trademark.

Fifty clones of the genera *Forsythia*, *Hydrangea*, *Lonicera*, *Philadelphus* and *Viburnum* were cultivated in comparative field trials at five sites in Finland. The aim was to find the hardiest and most valuable clones to be recommended for landscape gardening. The evaluation covered about 30 properties which were assessed and recorded annually. The greatest attention was paid to winter hardiness, resistance to diseases and pests, and ornamental value. The data were analysed by using both statistical and non-statistical methods. A combination of these proved to be a successful method for selecting the clones with the highest value for production. Currently, 15 clones have been selected as FinE[®] plants after field trials and 2 clones based on a long-standing experience in two different areas.

In the study on woody ground covers, the suitability of low woody bushes of 15 genera (e.g., *Salix*, *Diervilla*, *Rubus*) for a range of traffic and park surroundings were studied. The research was carried out in co-operation with the cities involved, nurseries and the Finnish Association of Landscape Industries. The hardiness and botanical characteristics were studied in field trials in Piikkiö (60°23'N, 22°33'E) and Ruukki (64°40'N, 25°05'E). Trial areas were established in six cities in Southern and Central Finland. On the basis of the results, recommendations were drawn up for plant size, planting density and cover materials for the most suitable species. The best of low creeping species belong to the families *Diervilla*, *Potentilla*, *Prunus*, *Ribes*, *Rosa*, *Rubus*, *Salix*, *Spiraea*, *Stephanandra* and *Symphoricarpos*. Two *Salix* species have been granted the right to use the trademark FinE[®].

11.3 Willows for landscaping

Minna Kavander

In 2000 and 2002, approximately 80 different willow (*Salix*) clones were planted in field trials in Piikkiö (60°23'N, 22°33'E). In 2002, field trials were also launched in Ruukki (64°40'N, 25°05'E). The objective of the trials was to find hardy and carefree willows for landscaping purposes. The majority of willow clones derive from the collection of the Northern Savo Vocational College.

Willows were also received from Long Ashton Research Station, England and the botanical gardens of University of Turku, Finland and Tallinn, Estonia. The willows were observed over a four-year period. Winter hardiness, healthiness and ornamental value were the most important qualities. Generally speaking, pests or diseases did not harm the ornamental value of the willows. The hard winter 2002–2003 caused more injuries than winters usually do.

S. schwerinii, *S. × mollissima* and different forms of *S. daphnoides* are frost resistant in Southern Finland and grow into large shrubs. The broad and thick *S. × mollissima* has shiny leaves and orange brown sprouts. The ornamental value of *S. daphnoides* subsp. *acutifolia* is at its best in spring when its dark red or reddish brown sprouts are dressed with white catkins. The treelike *S. daphnoides* subsp. *acutifolia* grows over 4 m tall. *S. daphnoides* subsp. *daphnoides* is a large and thin shrub with sulphur yellow sprouts. The well-shaped, but thin *S. schwerinii* grows over 4 m tall.

Large and bushy red willows (*S. purpurea*) have grown over 2.5 m tall and wide. Smaller ones are about 1.5 m tall and over 2 m wide. Red willows from the Finnish propagation sources have overwintered very well in Piikkiö. In Ruukki, at least half of the sprouts have frozen in winter, and yet, the shrubs have been very thick in autumn. Danish *S. purpurea longifolia* and *S. purpurea* 'Irette' are well-shaped, upright and thick shrubs, and they have suffered from winter damages in Piikkiö. In Ruukki, they did not survive the winter. Red willows from Long Ashton grown in Piikkiö have been damaged in winter, especially in 2002–2003. Frozen shoot heads have, however, disappeared rather quickly under new growth. 'Lambertiana' with its beautiful leaves is a thin and upright, about 3 m high shrub. 'Leentjes' is a thick and very wide shrub. Over three years, it has grown 2.5 m tall and 3.5 m wide. 'Nicholsonii Purpurescens', 'Procumbens' and 'Uralensis' are large and wide, but well-shaped shrubs.

S. integra has beautiful and thin leaves. The shrub shape varies between the clones. *S. integra* from the University of Helsinki is an upright, thin and thick shrub. The growth habit of the clone from Long Ashton is upright and wide. *S. integra* from the Botanical Garden of Tallinn is a wide and rather thick shrub. In Piikkiö, the shrubs have grown about 2.5 m high, while the breadth of shrubs varies depending on the clone. The clone of the University of Helsinki has the best ornamental value. It is suited to both short and long distance target areas. Some sprouts of all these three clones have been frozen in winter in Piikkiö. In Ruukki, only the clone from the University of Helsinki was planted, and half of the shrubs have died and the other half have frozen to ground level annually.

S. koriyanagi, *S. kuroyanagi*, *S. gilgiana* and *S. miyabeana* are not sufficiently winter hardy even in Southern Finland. *S. drummondiana* is a beautiful, thick and fragile shrub. Sprouts are greyish green with white covering. It has overwintered very well in Southern Finland, and almost equally well in Ruukki. The shrubs have grown over 2 m tall over three years. The shiny leaves of *S. serissima* are similar to the leaves of a laurel tree.

The robust shrub with temperate growth is about 2 m tall, and its winter hardiness has been good. Big red fruits remain in the shrubs for a long time and enhance the ornamental value of *S. serissima*. The thick *S. eriocephala* shrub grows about 2 m tall and wide. In the winter 2002–2003, the majority of sprouts froze, but in the other winters the shrubs have overwintered better. The sprouts of *S. irrorata* are reddish with white covering. The shrubs have grown about 2.5 m tall and wide. Part of the sprouts have frozen in winter in Piikkiö.

S. schwerinii, *S. × mollissima*, different forms of *S. daphnoides* and large *S. purpurea* clones are excellent species to be planted in areas that are observed from a distance, for example, the environment of motorways. Finnish wild willows, *S. lanata* and *S. myrsinites*, small *S. purpurea* clones and *S. serissima* are suitable for locations where they are observed from a closer range. *S. × mollissima*, *S. drummondiana* and *S. integra* are suitable for protective hedges

11.4 Hardy and attractive find roses

Sirkka Juhanoja

A comparative field trial of different types of bush roses (*Rosa*) was carried out in 2001–2005 by MTT horticulture. The aim of the study was to find and rename valuable old bush roses that would be useful for landscape gardening. In Finland, there are many old bush roses which have grown for decades at their places. They are hardy, healthy and attractive and their origin and variety name are often unknown. Some of them are old varieties, others hybrids raised from seeds. Possible differences in, for example, hardiness and size can only be seen in comparative trials in uniform conditions. MTT Horticulture has carried out trials in Piikkiö and Ruukki. Certain types of *R. Centifolia* group, *R. Francofurtana* group, *R. 'Splendens'*, double forms of *R. majalis* and roses suitable for landscaping were propagated for a field trial. Selection of the clones and renaming of identical clones are necessary for increasing the use of roses in landscape gardening of public areas. The best clones are granted the right to use the trademark FinE[®].

Most commonly found types in the *R. Centifolia* group were a bush with bending branches and very double, scented bluish pink flowers and a bush with purple upright double flowers. The first resembles an old Damask rose 'Blush Damask' and the other is known by the name 'Pikkala'. All clones of *R. 'Splendens'* have proved to be identical. In the *R. Francofurtana* group two different types can be recognized, both of which are easy to grow, richly flowering and hardy. These roses will be renamed and introduced into production. Of the species *R. majalis*, several types with double flowers are known. They are highly valuable roses because of their hardiness.

Among find roses, some vigorous, healthy and hardy types are known in which flowers are usually single or semi-doubled but the general habitus is good. Some of them have bright autumn colours. These roses could be used in landscape gardening in public areas. Roses 'Olkkala' and 'Iitin Tiltu' belong to *R. Gallica* group and 'Toukoniitty' to *R. Blanda* group.

11.5 A new start for perennial flowers

Riina Nyrhilä and Sirkka Juhanoja

The research of ornamental herbaceous perennials was initiated by MTT Horticulture in 2005. Up to now, it is the largest study in this field in Finland. The main goals are to find solutions to the needs of the public landscaping and to increase the knowledge and use of perennials. Plants that are hardy and visually attractive but do not need any specific care will be screened.

MTT co-operates with the Cities of Espoo, Helsinki, Kerava, Kuopio, Oulu and Tampere, the Helsinki Parish Union, and the Turku and Kaarina Parish Union. The Finnish Association for Nursery Producers, the Finnish Association of Landscape Industries, Kekkilä Oyj, and the University of Helsinki are also involved in the project.

The plant material for this research originates from nurseries, botanical gardens and other perennial collectors. In the trials, there are about two hundred species ranging from tall plants to low ground-covering perennials that are assumed to be successful in urban landscaping. Some of them are quite well-known, some are still rarely used, such as *Agastache*, *Arnebia pulchra*, *Eupatorium purpureum*, *Senecio doria* and *Tradescantia andersoniana*.

The use of perennials is examined not only in the field trials in Piikkiö, but also in real landscaping areas of the co-operative partners. Thus, the information is gathered from many different environments and climatic zones. Recommendations for different combinations of species and establishment of perennial borders will be drawn up on the basis of the results.

Clone selection is another area of interest in this project. For this purpose, some twenty genera have been selected whose nursery products are varying and/or nomenclature is non-uniform. In summer 2005, trials started on *Asarum*, *Astilbe*, *Campanula*, *Dicentra*, *Doronicum*, *Eupatorium*, *Geum*, *Monarda* and *Salvia*, and in 2006, it was time for trials on *Aconitum*, *Aconogonon*, *Aster*, *Astrantia*, *Delphinium*, *Fallopia*, *Hosta*, *Iris*, *Nepeta* and *Thymus* genera. Clones that will stand out as superior to others will be named, and the best will be granted the FinE® trademark.

11.6 Assessment of canopy coverage of woody ground-covering plants

Marjo Perkononja and Sirkka Juhanonja

This study was based on the research project entitled “Woody ground cover plants and their suitability for different planting targets” which was carried out by MTT Horticulture during 1998–2003. The objective of this study was to compare different techniques in estimating the canopy coverage of ground-covering plants. Canopy coverage is a useful tool for demonstrating the plants’ competitiveness, power of regeneration and overall success in various habitats.

Methods included leaf area index (LAI) measurements using the LAI-2000 meter, visual assessments based on the percentage of ground cover, and leaf area measurements using the LI-3100 Area Meter planimeter. The results of different methods for estimating the leaf areas were compared with the amount of photosynthetically active radiation (PAR) transmitted through the canopy, which was measured by quantum sensors. The study also aimed at examining the effects of sapling size and vegetation zone on the development of canopy coverage.

The research was performed in three cities, including Turku, Helsinki and Kuopio, and eight test species were used (*Prunus pumila* var. *depressa*, *P. pumila*, *Salix × aurora*, *S. glauca* var. *callicarpaea*, *Stephanandra incisa* ‘Crispa’, *Diervilla lonicera*, *D. sessilifolia* and *D. × splendens*). The measurements were made in randomly selected plots with the area of 1 m² in August 2004.

The high correlation observed between the ground cover percentage and PAR showed that the best measuring method was visual assessment. Other methods are also useful for estimating the canopy cover. Both the LAI values and the leaf areas measured by a planimeter correlated with PAR. Visual assessment is a simple, reliable and inexpensive method. In contrast, leaf area measurements using the planimeter are destructive and laborious. Using a LAI meter is generally quicker, but it does not distinguish the leaf area from the stem, branch or flower areas.

The cover values of vegetation were generally higher in trial fields than in urban landscaping. The growth of plants along streets and roads is suppressed due to several environmental stress factors. According to the results obtained, it is evident that successful urban landscaping must rely on combined information from experiments conducted in field and in real landscaping environments.

11.7 Saskatoon is a multipurpose plant

Eija Jaakkola

Saskatoon (*Amelanchier alnifolia*) belongs to the Rosaceae family. Current varieties are originally from natural populations from North America. Saskatoon has been cultivated in Finland since 1995. Saskatoon flowers in the turn of May and June. The flowers resemble those of hackberry but they have a milder smell. Depending on the variety, it takes approximately two months from flowering to ripening. Ripe berries are dark blue-black in colour, and for most of the varieties, they are covered with wax. Inside the berries there are large seeds which lend them an almond taste. The ornamental value of saskatoon is good both when it is flowering and cropping, and in the autumn.

At MTT Horticulture, a study was conducted in 2002–2005 to evaluate the suitability of saskatoon varieties for multiple purposes. Canadian plants were planted in sandy clay at Piikkiö on 13 June 2002. The varieties were ‘Martin’, ‘Smokey’, ‘Honeywood’, ‘Northline’, and ‘Thiessen’. In the years 2004 and 2005, a net was used to prevent birds from eating the berries.

The bushes had no diseases but some draw damages caused by freebeaks and maggots were observed. The worst pests were birds, thrushes (*Turdus*). Each bush produced basal sprouts, most in ‘Thiessen’ and least in ‘Martin’. The berry diameter was 12 mm in ‘Northline’, 12 mm in ‘Thiessen’, 11 mm in ‘Martin’, 10 mm in ‘Honeywood’, and 8 mm in ‘Smokey’. In 2004, ‘Martin’ and ‘Smokey’ were rated best for fresh taste, while in 2005 the order was as follows: ‘Martin’, ‘Thiessen’, ‘Smokey’, ‘Honeywood’, and ‘Northline’.

The most upright variety, ‘Smokey’, is best suited for a hedge, since it is low and has most shoots. ‘Martin’ and ‘Thiessen’ have robust and high growth, and their berries are large and flavoury (Table 4, page 55). They are suitable to be planted as solitary shrubs. Saskatoon varieties are easy to manage, they do not have pests or diseases, and there is little need to cut the shrubs. They grow fast and reach productive age early.

11.8 North American deciduous trees in Southern Finland

Sari Loukonen & Sirkka Juhanaja

Arboretum Mustila collected and imported seeds of North American deciduous trees in 1996. A part of these seeds was grown at Arboretum Yltöinen in Piikkiö, and saplings were planted in 1999. Since then, the height and habitus of the trees have been evaluated. The aim of this study was to examine the growth and success of the trees and their different proveniences on the basis of data collected in 2000–2004. In 2004, the annual growth and size of leaves were measured, the leaf shapes, foliar autumn colour and decorative value of the trees were evaluated, and the leaf abscission dates and production of seeds were assessed.

Two of the best survived species are yellow birch (*Betula alleghaniensis*) and mountain maple (*Acer spicatum*). Differences between trees from different origins were observed in thriving. The southern U.S. provenience of yellow birch has succeeded best, but also the other proveniences have grown well. The Canadian provenience has grown more slowly. Black birch (*B. lenta*) and paper birch (*B. papyrifera*) have succeeded moderately. The growth of black birch has been better in moist sites, but the trees in drier sites have a finer shape.

Among various mountain maples, the southern Canadian provenience is the best thriving. The U.S. mountain proveniences of mountain maple and yellow birch have not succeeded well. Sugar maple (*A. saccharum*) and striped maple (*A. pensylvanicum*) have succeeded moderately, although they have been slow-growing. Striped maple is sensitive to frost. The growth of American hornbeam (*Carpinus caroliniana*) and American beech (*Fagus grandifolia*) has also been slow. North American oaks have not succeeded too well. Red oak (*Quercus rubra*) has grown moderately, whereas bur oak (*Q. macrocarpa*) has grown weakly. The fastest growing species among the North American deciduous trees have been the alders, *Alnus crispa* and *A. serrulata*.

Based on this study, yellow birch and mountain maple have the greatest decorative value in Southern Finland. American hornbeam and sugar maple are also potential ornamental trees because of their beautiful autumn colour. Red oak is the only species of oaks that might have some decorative use.

More information:

Jaakkola, E & Kavander, M (2003). New deciduous trees from North America. In: Hovi, T., Karhu, S., Linna, M.-M. & Suojala, T. (eds.) Sadonkorjuu, Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002 – Harvest, Horticultural research results 2000-2002. MTT:n selvityksiä 42: 96. <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts42.pdf>

11.9 Mycorrhiza commercialized in Finland

Mauritz Vestberg

A commercial peat-based mycorrhizal product named Myko-Ymppi has been developed at MTT Laukaa Research and Elite Plant Station. Myko-Ymppi improves growth of plants in horticulture, nurseries, landscaping and on the field. This commercial product is a result of long-term research started in 1988.

Myko-Ymppi contains tested efficient arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) isolated from field soil in Finland. The inoculum is produced in large pots in a greenhouse within the rhizosphere of maize growing in a sterilized substrate mix of peat, sand and vermiculite. The whole substrate mix with its AMF constitutes the inoculum. At inoculation, the inoculum should be placed in the close vicinity of the developing roots of the plant. In this way, the AMF of Myko-Ymppi can colonize the root system of the plant and give rise to positive growth response. A mycorrhizal symbiosis develops between the host and the AMF from which both partners can benefit. In exchange for carbohydrates AMF provide plants with phosphorus and some other immobile nutrients. AMF can also protect plants against pathogens, pests and drought. As phosphorus is a major limiting nutrient in many ecosystems, AMF play a key role in ecosystem functioning. AMF are also known to stabilise soil aggregates, thus contributing to erosion control.

The best benefit from AMF inoculation is achieved when the inoculum is applied as early as possible in the plant propagation cycle. AMF can be mixed into the seeding bed substrate or be placed in pots at transplantation of plants. AMF inoculum can also be given to bigger plants, but then a larger amount of inoculum is needed, making the inoculation more expensive. Most horticultural and landscaping plants, including for example berries and fruits, herbal and medicinal plants, vegetables, herbaceous and woody ornamentals, can benefit from AMF inoculation. Peat-based growth substrates used in horticulture are usually devoid of AMF making inoculation highly

12 Genetic resources of horticultural crops



12.1 Cryopreservation in the long-term preservation of genetic resources

Anna Nukari & Marjatta Uosukainen

The application of cryopreservation in liquid nitrogen for long-term preservation of genetic resources of vegetatively propagated horticultural plants was studied at Laukaa Research and Elite Plant Station. Cryopreservation protocols were developed, and the functioning of these methods was tested in practise. The droplet vitrification method was successful in the preservation of the hops collection included in the Finnish National Programme for Plant Genetic Resources. The nuclear stock collection of red raspberry varieties cultivated in Finland was also cryopreserved. The methods have also been applied in the preservation of woody plants, such as green-fruited black currant, sour cherry and plum (Figure 11, page 57). Cryopreservation is a supplementary, cost-efficient alternative to the expensive and risky field collections, in which the danger of pests and pathogens, physiological injuries and mechanical damages is high.

Cryopreservation facilitates the long-term preservation of more extensive collections than the traditional field collections. It enables MTT to fulfil its obligation to preserve the Finnish plant genetic resources of vegetatively propagated horticultural plants. The droplet vitrification method can also be applied in the preservation of the nuclear stock collection of the Finnish certified plant system at Laukaa Research and Elite Plant Station.

At the moment, Laukaa Research and Elite Plant Station is the only unit in the Nordic countries exploiting cryopreservation in the long-term preservation of vegetatively propagated horticultural plants. During this research project, MTT has gained competence in the cryopreservation techniques of plants to be further utilized for purposes of the Finnish National Programme for Plant Genetic Resources. The research has been conducted jointly by MTT and the Department of Applied Biology of the University of Helsinki.

More information:

Wang, Q., Laamanen, J., Uosukainen, M. & Valkonen, J.P.T. 2005. Cryopreservation of in vitro-grown shoot tips of raspberry (*Rubus idaeus* L.) by encapsulation –vitrification and encapsulation–dehydration. *Plant Cell Reports* 24: 280-288.

12.2 Preservation of national genetic resources of horticultural crops

Tarja Hietaranta, Sirkka Juhanoja & Marja Kallela

The Finnish National Programme for Plant Genetic Resources was launched in 2003 to facilitate the conservation of agricultural and forest genetic resources in Finland. MTT is responsible for the programme coordination and the preservation of field and horticultural crop genetic resources. For the purpose of organizing the conservation task for field and horticultural plants, the following working groups are operating: 1) Landscaping plants; 2) Fruits and berries; 3) Vegetables, herbs and medicinal plants; and 4) Field crops. The Finnish Forest Research Institute is responsible for the conservation of forest genetic resources.

MTT Horticulture has contributed to drawing up the guidelines for the conservation of the horticultural crops in the three horticultural working groups. The guidelines will give instructions for selecting material for long-term preservation and for its practical implementation. The guidelines were completed during the year 2006.

MTT Horticulture maintains the clone archives of fruits and berries in the experimental fields (Table 5, page 59). The material includes both varieties acquired for experimental purposes over the past decades and clones collected from different parts of Finland in the 1980s. Other MTT research units also have fruit and berry materials.

The vegetative archives of vegetables at MTT Horticulture Piikkiö include potato onions, spring onions, rhubarb and horse radish (Table 6, page 59). The duplicate accession of vegetable potato onions is situated at MTT Lapland Research Station in Rovaniemi. There is also an in vitro accession preserved in the Nordic Gene Bank (NGB), Alnarp, Sweden. The vegetable hop (*Humulus*) accession has been transplanted to HAMK University of Applied Sciences, Mustiala, Tammela in spring 2005. The seeds of chives collected in 2001 are stored in NGB, and so are the seeds of swede cultivar ‘Simo’. MTT Horticulture is the administrator of cultivar ‘Simo’. The herb collections of MTT are situated at Mikkelä, including the accessions of mints (*Mentha*), calamus (*Acorus*), roseroot (*Rhodiola*) and arnica (*Arnica*).

At many MTT research stations, there are collections of landscaping gardening plants, compiled both after completed field experiments and as actual collections. Materials from the clone selection project on woody ornamentals (KESKAS) constitute the largest collections in the MTT units in Pälkäne, Sotkamo, Rovaniemi and Piikkiö.

In Sotkamo and Rovaniemi, there are also materials from the collection projects carried out by the University of Oulu. Some of these materials were planted for trials in parks with the intention of having them as ornamental plantations after the trials have finished. These can be conserved as such after cutting and coppicing. At MTT Horticulture, Piikkiö, Arboretum Yltöinen has a collection of trees with more than 200 taxons, and there is also a park with woody ornamentals, which make up a collection. At MTT Jokioinen, there is an old park in which an inventory has taken place. Laukaa Research and Elite Plant Station has a collection of plants in production.

The genetic resource collections of landscaping plants will be centralized so that all important plants will in the future be maintained in at least two places. A topical task is to reorganize the maintenance of the collection in Pälkäne, where the currently operating MTT research station will be closed.

12.3 Finnish horse radish strains contain different amounts of glucosinolates and vitamin C

Marja Kallela

The Nordic Gene Bank preserves and documents genetic variation for the arable and horticultural crops that are of importance for production in the Nordic countries. Horse radish (*Armoracia rusticana*) strains from Southern and Central Finland were collected in 2002. The collection of 25 strains is currently preserved at MTT Horticulture in Piikkiö.

Horse radish contains a number of glucosinolates, which are sulphur-containing glycosides assumed to play a general role in plant defence. Sinigrin is the most frequent glucosinolate. When the tissue is ruptured, sinigrin is broken enzymatically down to glucose and allyl isothiocyanate, which giving a bitter and lachrymatory taste and odour to the root. Gluconasturtiin is the second most frequent glucosinolate in horse radish, but its breakdown product is not pungent. Horse radish also contains a great deal of vitamin C.

In autumn 2005, glucosinolate concentrations were assessed by high performance liquid chromatography at SW Laboratory, Svalöv, Sweden. The content of sinigrin varied between 15.7 $\mu\text{mol g}^{-1}$ and 33.3 $\mu\text{mol g}^{-1}$ dry matter and the content of gluconasturtiin between 1.6 $\mu\text{mol g}^{-1}$ and 5.6 $\mu\text{mol g}^{-1}$ dry matter. Thus, horse radish clones with either mild or bitter taste are available. The content of vitamin C in the fresh root material varied between 57 mg and 182 mg per 100 g, indicating a wide range in this compound.

13 Henkilökunta Personnel 2003–2005

Johtaja – Director: Professori, *Professor* Risto Tahvonen

Piikkiö

Biotekniikka – *Biotechnology*

Tutkija – *Scientist*: Seppo Sorvari

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Katriina Ahanen & Eeva Renfors

Kasvihuonetuotanto – *Greenhouse production*

Tutkijat – *Scientists*: Tiina Hovi-Pekkanen, Timo Kaukoranta, Juha Näkkilä & Liisa Särkkä

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Elvi Hellstén, Henrik Merivuori, Matti Muranen & Päivi Tuomola

Marjat ja hedelmät – *Fruit research*

Tutkijat – *Scientists*: Tarja Hietaranta, Kalle Hoppula & Saira Karhu

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Jorma Hellstén, Hilma Kinnanen, Tuija Rosvall, Leena Vuorinen & Arto Ylämäki

Vihannekset – *Vegetables*

Tutkijat – *Scientists*: Marja Kallela, Terhi Suojala-Ahlfors & Petri Vanhala

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Hanna Kairikko & Johanna Rihtilä

Viherrakentamisen kasvit – *Landscaping plants*

Tutkijat – *Scientists*: Sirkka Juhanoja & Riina Nyrhilä

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Eija Jaakkola & Minna Kavander

Hallinto ja tekninen henkilöstö – *Administration and technical personnel*

Leila Filppula, Helena Ketola, Asko Laurila, Minna-Maria Linna, Mika Raivonen, Pentti Reponen & Marjukka Tuominen

Laukaa

Johtaja – Director: Marjatta Uosukainen

Varmennettu taimituotanto – *Certified plant production*

Tutkijat – *Scientists*: Sanna Kauppinen & Jaana Laamanen

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Maarit Hietala, Virpi Lahtonen, Timo Oksanen, Irma Suhonen, Hannu Tiainen, Virpi Tiainen & Riitta Toivakka

Maaperäbiologia – *Soil biology*

Tutkijat – *Scientists*: Sanna Kukkonen & Mauritz Vestberg

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Jorma Moilanen

Kylmäsäilytys – *Cryopreservation*

Tutkijat – *Scientists*: Anna Nukari & Saija Rantala

Maksullinen palvelutoiminta – *Services against payment*

Tekninen henkilöstö – *Technical assistance*: Heikki Hokka, Pirkko Jalkanen, Kauko Kolmonen, Hellevi Laitinen, Eija Lankila, Anja Manninen, Leila Muurikainen, Tiina Nieminen, Alli Pulkkinen, Anneli Reina, Mauri Räkköläinen & Satu-Marja Virtanen

Hallinto – *Administration*: Jukka Moilanen & Ulla-Maija Saari

Vuosina 2003–2005 eläkkeelle siirtyivät – *In 2003–2005, the following staff members retired on pension*

Piikkiö: Aila Manninen, Eeva Soilakari & Jorma Väisänen

Laukaa: Voitto Kytölä & Kyllikki Lehtonen

Vuosina 2003–2005 tutkimuksissa työskentelivät myös – *In 2003–2005, the following personnel participated in the research projects*

Piikkiö

Abbas Aflatuni, Timo Aittala, Jaana Ala-Kaarre, Juha Alasaarela, Johanna Aura, Marja Berg, Matias Hellstén, Päivi Henrikson, Mia Hinzell, Hanna Holma, Kati Hoppula, Marke Hovi, Marjo Huikko, Kai Jokinen, Anita Junttila, Juha Kastu, Terttu Kauppila, Riikka Keskinen, Laura Kilpeläinen, Noora Koivusilta, Hillevi Korkala, Esko Korpi-Hyövälti, Milutin Krivokapic, Maria Kukkonen, Salli Kukkurainen, Irene Kulmala, Leena Kytömäki, Tuija Lehti, Sanna Lehtonen, Kaisu Lempiäinen, Päivikki Leppänen, Anneli Lilja, Heini Liukkonen, Ari Loukonen, Sari Loukonen, Tuuli Lunas, Kirsi Mäensalo, Taina Mäkinen, Heli Niemi, Kaisa Nykänen, Petra Pappinen, Aulikki Pelkonen, Tiina Peltue, Marja Perko, Marjo Perkonoja, Sanna Pietilä, Anita Pukki, Teija Pulkkanen, Riikka Puranen, Asmo Pylkkänen, Olli Rantamäki, Jorma Rantanen, Jukka Reiniharju, Maria Rintala, Päivi Rosvall, Jouni Santavuori, Ralph Scheyer, Tanja Soulas, Katarzyna Strelecka, Markku Suuronen, Mirkka Syrjä, Raila Tamminen, Otto Toldi, Merja Tuomi, Turkka Tuominen, Eija Virtanen, Pirkko Vuorio & Päivi Ylikangas

Laukaa

Raili Ahonurmi, Tiina Häkkinen, Asko Kukkonen, Sanna Laapotti, Jaana Lahtinen, Sami Leppälä, Henni Moilanen, Samu Moilanen, Teemu Moilanen, Riitta Peräinen, Tiina Pietiläinen, Ari-Pekka Tiainen, Markku Tiainen, Jenni Toivakka, Anne Tuori, Sami Virtanen & Nina Vääränen

Lisätietoja tutkimuksista Internet-sivuillamme <http://www.mtt.fi>, sekä sähköpostilla: etunimi.sukunimi@mtt.fi .

Further information about research projects: <http://www.mtt.fi/english>, or please contact us: firstname.lastname@mtt.fi.

Valokuvat *Photos*

Kansikuva, *Cover photo*: Liisa Särkkä / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 10: Juha Näkkilä / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 25: Kalle Hoppula / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 37: Seppo Sorvari / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 40: Marja Kallela / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 47: Sirkka Juhanoja / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 57: Anna Nukari / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 62: Juha Näkkilä / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 72: Päivi Ylikangas / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 82: Marja Kallela / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 86: Sirkka Juhanoja / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

Sivu, *page* 94: Sirkka Juhanoja / MTT:n kuva-arkisto *MTT photo archive*

MTT:n selvityksiä –sarjan kasvintuotanto -teemassa ilmestyneitä julkaisuja

2007

- 139** Sadonkorjuu. Tutkittua puutarhatuotantoa 2003-2005. *Karhu, S.* (toim.) 100 s. 2007. Hinta 25 euroa.

2006

- 132** Virallisten lajikekokeiden tulokset 1999-2006. *Kangas ym.* 225 s. 2006. Hinta 25 euroa.
- 125** Peltokasvilajikkeiden viljely- ja käyttöarvon arviointiperusteet 2006. *Kangas A. ym.* 17 s. 2006. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts125.pdf>).
- 120** Viljalajikkeiden herkkyys tautitartunnoille virallisissa lajikekokeissa 1999-2006. *Kangas, ym.* 34 s. 2006 . Hinta 15 euroa.
- 122** Siemenperunan High Grade -alueiden tuotannolliset ja ilmastolliset perustiedot. *Takalo, Muilu, Heikkinen, Virtanen, Joki-Tokola ja Sipilä* (toim.)26 s. 2006. Hinta 15 euroa.
- 123** PerunaRannikko. Perunantuotannon kehittämissuunnitelma – esiselvitys. *Markus, Virtanen, Joki-Tokola, Sipilä* (toim.) 23 s. 2006. Hinta 15 euroa.
- 117** Turkislanta peltolannoitteena. *Kangas A.* (toim.). 33 s. 2006. (Verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts117.pdf>).

2005

- 96** Viljalajikkeiden herkkyys tautitartunnoille virallisissa lajikekokeissa 1998-2005. *Kangas, A.* ym. 33 s. 2005. Hinta 15 euroa.
- 83** Virallisten lajikekokeiden tulokset. *Kangas, A.* ym. 193 s. 2005. Hinta 25 euroa.
- 56** Lapin luomutuotanto. Luomumaatilan mahdollisuudet arktisella alueella. *Pallari & Korva-Hyötylä.* 50 s. 2004. Hinta 20 euroa.

Verkkojulkaisut osoitteessa <http://www.mtt.fi/julkaisut/mmts.html>

MTT:n selvityksiä 139

