

MTT RAPORTTI 38

Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa

Lea Hiltunen, Anna Sipilä, Niko Hänninen ja Elina Virtanen



Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa

**Lea Hiltunen, Anna Sipilä, Niko Hänninen
ja Elina Virtanen**



ISBN: 978-952-487-355-0

ISSN 1798-6419

www-osoite: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti38.pdf>

Copyright: MTT

Kirjoittajat: Lea Hiltunen, Anna Sipilä, Niko Hänninen ja Elina Virtanen

Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2011

Kannen kuva: Elina Virtanen

Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa

Lea Hiltunen¹⁾, Anna Sipilä¹⁾, Niko Hänninen²⁾ ja Elina Virtanen¹⁾

¹⁾MTT, Biotekniikka ja elintarviketutkimus, PL 413, 90014 Oulun yliopisto, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾NorTech Oulu, PL 7300, 90014 Oulun yliopisto, etunimi.sukunimi@oulu.fi

Tiivistelmä

Vuosina 2007–2009 toteutetun Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa –hankkeen tavoitteena oli lisätä perunan satotasoa sekä parantaa sadon laatua ja siten lisätä perunan huoltovarmuutta Karjalan tasavallassa. Hankkeen rahoittaja oli Euregio Karelia Naapurisuusohjelma (Interreg/Tacis) ja hankkeen toteuttamisesta vastasi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) Ruukki. Muita yhteistyötahoja olivat NorTech Oulu/Oulun yliopisto, Petroskoin valtionyliopisto, Karjalan tasavallan maa- ja metsätalousministeriö, Besovetskoen perunantuotantotila, Suomen siemenperunakeskus Oy, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira ja ProAgria.

Karjalan tasavallassa, Petroskoin lähellä sijaitsevalla Besovetskoen tilalla kahden kasvukauden aikana toteutetuissa kenttäkokeissa testattiin kahden suomalaisen (Saturna ja Fambo) ja kahden venäläisen (Aurora ja Ladoški) lajikkeen taudinkestävyys- ja tuotanto-ominaisuuksia paikallisissa olosuhteissa synteettisellä ja orgaanisella lannoituksella. Ensimmäisen vuoden koe perustettiin tarkastetuilla siemenperunoilla. Toisen vuoden koe toteutettiin ensimmäisen vuoden sadosta saaduilla siemenperunoilla.

Ensimmäisen koevuoden perunasadoissa oli suuria eroja lajikkeiden välillä, mikä johtui siemenperunoiden erilaisesta taustasta ja etenkin venäläisten lajikkeiden kasvustoissa runsaina esiintyneistä kasvi-taudeista. Fambo tuotti kumpanakin vuonna suurimman sadon (31 t/ha vuonna 2007 ja 36 t/ha vuonna 2008) muihin lajikkeisiin verrattuna (keskimäärin 19 t/ha vuonna 2007 ja 31 t/ha vuonna 2008). Fambon suurta satoa selittää sen aikaisuus. Lannoitus ei vaikuttanut perunan satoon eikä kasvuston tai sadon tautisuuteen. Näiden tulosten perusteella näyttäisikin siltä, että orgaaninen lannoite eli komposti soveltuu hyvin perunan lannoitukseen Karjalan tasavallan tuotanto-oloissa, etenkin jos käyttömäärän ja täydennyslannoituksen tarve määritetään ravinneanalyysin perusteella.

Eniten kasvusto-oireita, sadon alennuksia ja laatuvioituksia näissä kenttäkokeissa aiheuttivat perunaseitti ja virustaudit. Perunaseittiä esiintyi kaikissa lajikkeissa ja sen lähteitä olivat sekä maa että venäläisten lajikkeiden kohdalla myös siemenperuna. Siemenperuna peittäus vähensi tehokkaasti perunaseitin ankaruutta. Virusoireiden voimakkuus vaihteli viruksittain ja lajikkeittain. Yleisimmät virukset olivat perunan M- ja Y -virukset, joita venäläisessä siemenperunassa oli runsaasti.

Kokeisiin valituista venäläisistä lajikkeista Aurorasta ja Ladoškista tuotettiin tautivapaita mikrotaimia lämpökäsittelyn, meristeemiviljelyn ja mikrolisäyksen avulla. Hankkeen loppuvaiheessa mikrolisätty aineisto luovutettiin Petroskoin valtionyliopistoon perustettuun perussiemänpankkiin kantasiemenaineistoksi. Perussiemänpankin ylläpitoa varten Petroskoin valtionyliopiston tutkijoille järjestettiin mikrolisäyskoulutusta Suomen siemenperunakeskus Oy:ssä sekä MTT Ruukin perunalaboratoriossa.

Avainsanat:

Peruna, *Solanum tuberosum*, Karjala tasavalta, perunantaudit, ravinteet, lannoitus, perunalajikkeet

Development of potato technology in the Republic of Karelia

Lea Hiltunen¹⁾, Anna Sipilä¹⁾, Niko Hänninen²⁾ and Elina Virtanen¹⁾

¹⁾MTT, Biotechnology and Food Research, P.O. Box 413, FI-90014 University of Oulu, firstname.lastname@mtt.fi

²⁾NorTech Oulu, P. O. Box 7300, FI-90014 University of Oulu, firstname.lastname@oulu.fi

Abstract

A three-year (2007–2009) collaborative project was set up to identify the most important problems in potato production in the Russian Republic of Karelia. The project was funded by EU (Intereg/Tacis) and led by MTT Agrifood Research Finland Ruukki. The major cooperation partners were NorTech Oulu/ University of Oulu, University of Petrozavodsk, Finnish Seed Potato Centre Ltd, ProAgria Rural Advisory Center and Finnish Food Safety Authority Evira. The general aim of the project was to increase the potato yield and improve the crop quality and thereby guarantee self-sufficiency in potato production in the Republic of Karelia. To achieve this, the subsequent objectives were 1) to identify the most important diseases in potato production in the Republic of Karelia, 2) to assist in the production and maintenance of healthy seed material, 3) to compare Russian and Finnish cultivars in the Karelian conditions and 4) to determine the effect of the organic fertiliser on the growth and yield of potato.

A field experiment was carried out in two consecutive growing seasons in a grower's field in Verhovje near Petrozavodsk in the Republic of Karelia to study the effects of a fertiliser (synthetic or organic) and a potato cultivar on crop growth, yield and the occurrence of diseases. Two commonly cultivated Russian cultivars, Aurora and Ladoški, and two Finnish cultivars, Saturna and Fambo, were chosen for the experiments. There were differences between cultivars in yield. Especially in the first year, this may have been due to the different background of the seed material, and in the case of Russian cultivars, to the high incidence of pathogens. Cultivar Fambo produced the greatest yield in both years, 31 t/ha in 2007 and 36 t/ha in 2008, whereas the average for the other cultivars was 19 t/ha and 31 t/ha, respectively. The type of fertiliser did not affect the yield or the incidence of the diseases indicating that the organic fertiliser is a good alternative to the synthetic fertilisers in Karelian conditions.

The main disease problems were caused by *Rhizoctonia* stem canker and black scurf, and viruses. High incidence and severity of *Rhizoctonia* was observed in all cultivars. The infection by *Rhizoctonia* was both soil-borne, and in the case of Russian cultivars, also seed-borne. The use of seed dressing reduced the severity of the disease. Viral symptoms were observed during the growing season on all cultivars, but especially on the foliage of cultivars Aurora and Ladoški. The severity of the symptoms varied depending on the virus. Potato virus M and Y were the viruses most commonly detected.

Disease free micropropagated material was successfully produced from the two Russian cultivars, Aurora and Ladoški, using heat treatment, meristem culture and micropropagation. In the end of the project, the material was placed in the Basic Seed Bank established at the University of Petrozavodsk. The personnel responsible for the maintenance of the Seed Bank were given training in micro propagation and other relevant topics in Finland at the laboratories of MTT Ruukki and Finnish Seed Potato Centre Ltd.

Keywords:

Potato, *Solanum tuberosum*, the Republic of Karelia, potato disease, nutrients, fertilisation, potato cultivars

Alkusanat

Euregio Karelia Naapurisuusohjelma on mahdollistanut EU-ohjelmiin pohjautuvan yhteistyön Karjalan tasavallan ja kolmen suomalaisen maakunnan, Kainuun, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Pohjanmaan, välillä vuodesta 2000 alkaen. Ohjelman yhtenä pääteemana on ollut elinkeinoelämän kehittäminen. NorTech Oulu, joka toimii Oulun yliopiston pohjoisuus- ja ympäristöpainoalalla toimivan Thule-Instituutin alaisuudessa, selvitti vuosina 2005–2007 toteutetussa BERMAP-hankkeessa, minkälaista yhteistyötä Karjalan tasavallassa sekä Murmanskin ja Arkangelin alueella toimivat korkeakoulut haluaisivat tehdä pohjoispohjalaisten toimijoiden kanssa. Yksi kehityskohde, joka nousi esiin Karjalan tasavallassa tehdyn selvityksen myötä, oli peruna, erityisesti sen siemenhuollon ja huoltovarmuuden ylläpitäminen.

Tähän kartoitukseen pohjautuva Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa –hanke toteutettiin vuosina 2007–2009 Euregio Karelia Naapurisuusohjelman Interreg- ja Tacis-rahoituksella. Hankkeen suunnitteluvaiheessa Karjalan tasavallan edustajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella kehittämistoimet kohdennettiin kasvitautien tunnistamiseen ja hallintaan, orgaanisten lannoitteiden käytön optimointiin sekä tautivapaan perunan perussiemenen saatavuuteen. Hankkeen toteuttamisessa olivat mukana Karjalan tasavallasta Petroskoin valtionyliopisto, Karjalan tasavallan maa- ja metsätalousministeriö ja Besovetskoen perunantuotantotila sekä suomalaisista toimijoista Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) Ruukki, Suomen siemenperunakeskus Oy, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, ProAgria ja NorTech Oulu.

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT (ANNA SIPILÄ)	8
2.1 KENTTÄKOKEET	8
2.1.1 Kenttäkokeen toteutus vuonna 2007.....	8
2.1.2 Kenttäkokeen toteutus vuonna 2008.....	9
2.1.3 Kokeiden näytteistä tehdyt analyysit	10
2.1.4 Tulosten tilastollinen analysointi	11
2.2 VENÄLÄISTEN PERUNALAJIKKEIDEN PUHDISTUS JA MIKROLISÄYS.....	11
2.3 KASVUKAUSIEN SÄÄTIETOJA	11
3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	13
3.1 LAJIKKEET JA SIEMENPANKKI (ELINA VIRTANEN)	13
3.1.1 Lajikevalinta.....	13
3.1.2 Lajikkeiden väliset erot	13
3.1.3 Perussiemensankki.....	16
3.2 LANNOITUS (ELINA VIRTANEN)	17
3.2.1 Maan ravinnetila.....	17
3.2.2 Kasvu.....	18
3.2.3 Sato	18
3.2.4 Sadon ravinteet	19
3.2.5 Lannoitus-suositukset	20
3.3 TAUDIT (LEA HILTUNEN)	21
3.3.1 Siemenperuna.....	21
3.3.2 Kasvusto	23
3.3.3 Sato	26
3.3.4 Suositukset kasvitautien torjuntaan.....	31
3.4 SUOMALAISEN PERUNA-ALAN TIETOTAIDON SIIRTÄMINEN VENÄLÄISILLE ASIANTUNTIJOILLE (NIKO HÄNNINEN).....	33
4 YHTEENVETO	35
5 KIRJALLISUUS.....	36
LIITTEET	39

1 Johdanto

Peruna on maailman neljänneksi yleisin elintarvike- ja rehukäyttöön viljelty kasvi. Venäjä tuottaa toiseksi eniten perunaa maailmassa (FAO 2008). Yli 90 % Venäjällä tuotetusta perunasta on peräisin perheviljelmiltä, joiden keskimääräinen tilakoko on 0,06–4,0 ha (Goodfellow & Evdokimova 2007). Venäjän perunantuotannon keskimääräinen hehtaarisato oli noin 13 t/ha vuonna 2007 (FAO 2009). Karjalan tasavallassa perunan osuus maatalousmaasta (969 000 ha) on likimain 10 % (Russian Federal State Statistics 2006) ja perunan merkitys on suuri sekä peruselintarvikkeena että rehukasvina maidon- ja lihantuotannossa. Satotaso on suhteellisen alhainen ja sadon laatu heikko. Syynä alhaisiin satotasoihin katsotaan olevan pienen tilakoon lisäksi kasvitautien sekä siemenperunan riittämättömyyden ja huonon laadun (suullinen tiedonanto Evstratova 2006; Anisimov 2007; Goodfellow & Evdokimova 2007). Orgaanisia ja kompostipohjaisia lannoitteita käytetään yleisesti perunantuotannossa. Tätä pidetään ongelmallisena, koska typen ja muiden ravinteiden vapautuminen näistä lannoitteista ei ole hallittavissa eikä tapahdu perunan kehitysrytmin mukaisesti. Synteettisillä seoslannoitteilla ravinteet voidaan antaa kasvin tarvetta vastaavasti.

Vuosina 2007–2009 toteutetun Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa -hankkeen yleisenä tavoitteena oli lisätä perunan satotasoa sekä parantaa sadon laatua ja siten lisätä huoltovarmuutta perunan osalta Karjalan tasavallassa. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi 1) selvitettiin Karjalan tasavallan perunantuotannossa kasvustossa ja sadossa esiintyviä yleisimpiä kasvitauhteja, 2) vertailtiin suomalaisia ja venäläisiä lajikkeita Karjalan tuotanto-oloissa, 3) avustettiin puhtaan siemenmateriaalin tuotannossa ja 4) selvitettiin orgaanisen lannoitteen käyttökelpoisuutta perunantuotannossa Karjalan tuotanto-oloissa. Näiden tietojen perusteella laadittiin lannoitussuosituksia sekä ohjeistuksia kasvitautien hallintaan ilman kemiallisia torjunta-aineita. Lisäksi koko hankkeen keston ajan suomalaisen peruna-alan tietotaitoa pyrittiin siirtämään venäläisille viljelijöille ja asiantuntijoille.

2.1 Kenttäkokeet

Kenttäkokeessa testattiin kahden suomalaisen ja kahden venäläisen lajikkeen taudinkestävyys- ja tuotanto-ominaisuuksia paikallisissa olosuhteissa synteettisellä ja orgaanisella lannoituksella. Koe toteutettiin vuosina 2007 ja 2008 Karjalan tasavallassa, noin 20 km Petroskoista koilliseen sijaitsevalla Besovetskoen tilalla.

Kokeen suomalaiset lajikkeet olivat Saturna ja Fambo, ja venäläiset lajikkeet olivat Aurora ja Ladoški. Ensimmäisen vuoden koe perustettiin tarkastetuilla siemenperunoilla. Suomalaiset lajikkeet olivat sertifioitua siemenperunaluokkaa E2 (35–55 mm) ja venäläiset lajikkeet paikallista Elite-laatu luokkaa. Toisen vuoden koe toteutettiin ensimmäisen vuoden sadosta saaduilla siemenperunoilla, jotka peitettiin perunaseitit torjumiseksi.

Koeala jaettiin kumpanakin vuonna kahteen eri tavalla lannoitettuun osaan. Toinen osa lannoitettiin synteettisillä lannoitteilla, jotka olivat teollisesti valmistettuja, rakeisia NPK- ja kaliumlannoitteita, ja toisessa osassa orgaanisena lannoitteena käytettiin tilan omaa turve-karjanlantakompostia. Kumpikin kokeen puolisko jaettiin neljään kerranteeseen, joihin sijoitettiin neljä lajiketta satunnaistetussa järjestyksessä. Koeruudun koko oli ensimmäisenä vuonna 64 m² ja toisena vuonna 16 m² (Liite 1 ja 2).

Kokeen lannoitussuunnitelma tehtiin Wisu-viljelysuunnitteluohjelmalla (ProAgria), ja siinä käytettiin apuna viljelijän omia maan ravinneanalyysituloksia sekä juuri ennen istutusta tehtyjen pH- ja NPK-pika-analyysien tuloksia (pH, N, P, K Soil Testing Kit, valmistaja West Meters Ltd, Iso-Britannia). Koealalta otettiin kumpanakin keväänä maanäytteet lannoituksen suunnittelua varten. Näytteitä ei saatu ajoissa Suomeen analysoitavaksi eikä tuloksia voitu käyttää lannoituksen suunnitteluun.

Kenttäkokeiden toteutus perustui suomalais-venäläiseen yhteistyöhön. Suomalaiset kävivät kokeella kumpanakin vuonna kolme kertaa kasvukauden aikana: keväällä kenttäkokeen perustamisen aikana, kesällä havaintoja tekemässä ja syksyllä nostoaikaan. Tilan viljelijä huolehti kokeen kasvukauden aikaisista toimenpiteistä, lähinnä rikka- ja rutontorjunnasta, ja oli myös auttamassa istutusaikaan. Venäläiset tutkijat tekivät havaintoja kesän aikana, ja lisäksi nostossa oli apuna paikallisia opiskelijoita.

2.1.1 Kenttäkokeen toteutus vuonna 2007

Ensimmäisen vuoden kokeessa kumpikin lannoitusala oli kooltaan 40 m x 28 m ja ne sijaitsivat penkkien suuntaan nähden rinnakkain (Liite 1). Lannoitusalojen välissä oli kahden penkkirivin suoja-alue.

Kokeen lannoitustaso mitoitettiin Saturna-lajikkeen satotasolle 30 t/ha. Synteettinen lannoitus toteutettiin NPK-mineraalilannoitteella (N 16 %, P 16 %, K 16 %, käyttömäärä 300 kg/ha) ja kaliumlannoksella (K 42 %, käyttömäärä 278 kg/ha). Ravinteiden kokonaismäärät olivat typpeä 48 kg/ha, fosforia 48 kg/ha ja kaliumia 165 kg/ha. Orgaanisena lannoitteena käytettyä kompostia levitettiin viljelijän kokeemukseen perustuen noin 37 t/ha.

Komposti levitettiin vaakakelalevittimellä varustetulla perävaunulla. Kaliumlannos levitettiin synteettisen lannoituksen koealalle hajalevittimellä. Tämän jälkeen koeala muokattiin kultivaattorilla (Potila K11) ja jyrsimellä (Lely). Istutuksen (penkkien kohdentamisen) helpottamiseksi istutuspenkit muotoiltiin valmiiksi 4-rivisellä multaimella. Kokeen perunat istutettiin 2-rivisellä istutuskoneella (Eho 2L) (Kuva 1). Myös NPK-lannoite jaettiin istutuskoneen kautta. Perunat istutettiin lajike kerrallaan, alkaen venäläisistä lajikkeista. Ennen suomalaisia lajikkeita istutuskone desinfioidiin Everbrite Extra -liuoksella (Chemsearch/NHC Corporation).

Viljelijä toteutti rikkakasvien ja rutontorjunnan oman viljelykäytäntönsä mukaan. Rikkakasvien torjunta tehtiin mekaanisesti piikkiharalla. Rutontorjunnassa käytettiin Suomessakin käytössä olevia kaupallisia valmisteita (Taulukko 1).

Kasvuston kehitystä seurattiin määrittämällä kehitysasteet mukaellen Hack'n asteikkoa (Hack ym.1993). Lehtiruton ankaruus arvioitiin määrittämällä ruton tuhoama lehtiala (%). Heinäkuun lopulla mitattiin kasvuston korkeus sekä arvioitiin kasvuston peittävyys asteikolla 1–100. Ruuduilta laskettiin yksilöiden kokonaislukumäärä sekä kitukasvuisten, tautisten sekä vieraiden lajikkeiden yksilöiden määrä sekä havainnoitiin puutosoireet.

Versolaikkuhavaintoja varten nostettiin jokaisen ruudun päästä 6 kasvia. Niistä laskettiin versolukumäärä, versolaikkuisten versojen lukumäärä ja versolaikun aste sekä arvioitiin mukuloiden keskimääräinen koko. Ruuduilta kerättiin lehtinäytteet ravinne- (250 g/ruutu) ja virusanalyysiä (15 lehteä/ruutu) varten.

Ennen nostoa tehtiin mekaaninen varsistonhävitys. Koenoston perusteella satoruudun pituudeksi määriteltiin 13 metriä. Sato nostettiin kuokalla ja punnittiin 1 kg tarkkuudella viljelijän käsikäyttöisellä vaa'alla. Ruutusadoista otettiin 10 kg varastonäyte säilytettäväksi viljelijän varastossa, sekä 22 kg näyte tuotavaksi Suomeen. Noston jälkeen koealalta otettiin maanäytteet ruuduittain.

2.1.2 Kenttäkokeen toteutus vuonna 2008

Toisena vuonna koeala oli pienempi, ja ruutujen pituus oli vain 10 metriä (Liite 2). Lannoitusalat sijaitsivat peräkkäin, ja niiden välissä oli 10 metrin käytävä. Kummaltakin koealalta muokauskerroksesta sekä kompostista otettiin näytteet ravinneanalyysiä varten.

Lannoitustaso mitoitettiin Saturna-lajikkeen satotasolle 35 t/ha. Synteettinen lannoitus toteutettiin NPK-mineraalilannoitteella (N 16 %, P 16 %, K 16 %, käyttömäärä 312 kg/ha) ja kalium-magnesiumlannoksella (K 42 %, Mg 10 %, käyttömäärä 315 kg/ha). Ravinteiden kokonaismääräksi tuli 50 kg/ha typpeä, 50 kg/ha fosforia, 164 kg/ha kaliumia sekä 32 kg/ha magnesiumia. Kompostin käyttömäärä oli noin 50 t/ha. Komposti levitettiin talikolla tasaisesti orgaanisen lannoituksen koealalle. Mineraalilannoite ja kalium-magnesiumlannoite levitettiin käsin hajalevityksenä. Lannoitteet ja komposti sekoitettiin maahan lautasmuokkaimella. Penkit muotoiltiin istutusta varten 4-rivisellä multaimella.

Siemenperunana käytettiin edellisen vuoden kokeen sadosta varastoituja mukuloita, jotka oli varastoitu talven yli viljelijän varastossa. Siemenperunat peitattiin upotuskäsittelyllä, peittäusaineena Maxim FS ja käyttömäärä 40 ml/10 l vettä (tehoaine fludioksoniili 100 g/l, valmistaja Syngenta Crop Protection AG). Mukulakoko oli silmämääräisesti arvioiden Auroralla ja Saturnalla 30–50 mm sekä Fambolla ja Ladoškilla 30–70 mm. Perunat istutettiin käsin noin 30–35 cm etäisyydelle toisistaan ja 10 cm syvyyteen. Viljelijä toteutti kokeen kasvinsuojelutoimenpiteet kuten edellisenä vuonna (Taulukko 1, Kuva 2).

Ruuduilta havainnoitiin kehitysasteet, kasvuston korkeus, kasvustotaudit ja yksilölukumäärä kuten edellisvuonna. Lisäksi laskettiin kasvit, joissa nähtiin mangaaninpuutosoireita. Versolaikkuhavainnot tehtiin 8 kasvista joka ruudulta. Ruuduilta kerättiin lehtinäytteet virusanalyysiä (10 lehteä/ruutu) varten.

Kasvuston hävitys tehtiin kemiallisesti Tornado-valmisteella (tehoaine glyfosaatti 360 g/l, käyttömäärä 2 l/ha, valmistaja JSC "August", Inc, Venäjä). Ennen nostoa laskettiin yksilölukumäärä ja tyvimätäisten kasvien määrä ruuduittain. Sato nostettiin kuokalla koko ruudun alalta.

Sato punnittiin ja ruutusadoista otettiin 12 kg näyte tuotavaksi Suomeen tauti- ja ravinneanalyysiin. Koealueelta otettiin noston jälkeen maanäytteet ruuduittain.

Taulukko 1. Kenttäkokeiden toteutus vuosina 2007 ja 2008.

	2007	2008
Kokeen pinta-ala	0,22 ha	0,09 ha
Ruudun kokonaisala	40 m x 1,6 m = 64 m ²	10 m x 1,6 m = 16 m ²
Satoruudun ala	13 m x 1,6 m = 20,8 m ²	n. 8 m x 1,6 m = n. 13 m ²
Riviväli / istutusetäisyys	80 cm / 28 cm	80 cm / 30-35 cm
Muokkaus	22.5. kultivaattori ja jyrä	27.5. jyrä ja lautasmuokkain
Istutus	23.5. istutuskone	27.5. käsin
Multaus	-	25.6.
Rikkatorjunta	3.6. ja 13.6. haraus	7.6. Senkor
Rutontorjunta	15.7. Acrobat, 25.7. Tanos, 5.8. ja 15.8. Shirlan	5.7. Acrobat, 15.7. Ridomil Gold, 23.7. ja 30.7. Shirlan
Havainnointimatka	23.-25.7.	21.-22.7.
Lehtinäytteet	24.7.	-
Varsistonhävitys	mekaaninen	kemiallinen: Tornado
Nosto	11.9. käsin	16.9. käsin

-, puuttuva tieto



Kuva 1. Keväällä 2007 perunat istutettiin automaattisella istutuskoneella. Kuva: Elina Virtanen



Kuva 2. Rutontorjuntaa heinäkuun lopulla 2008. Kuva: Anna Sipilä

2.1.3 Kokeiden näytteistä tehdyt analyysit

Mukulasadosta määritettiin molempina vuosina syksyllä ulkoinen laatu. Määrittäminen tehtiin mukailien MTT:n virallisten lajikekokeiden suoritusohjeita (Järvi ym. 1998). Ohjeista poikettiin siten, että vain pahin mukulavioitus huomioitiin.

Ravinnenäytteet (maa-, komposti-, lehti- ja mukulanäytteet) analysoitiin Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ssä. Lehtien ravinneanalyysi tehtiin ilman toistoja ja vain vuonna 2007. Kompostin ravinneanalyysitulokset ovat vain vuodelta 2008. Analyysimenetelmät on esitetty liitteessä 3.

Ensimmäisen vuoden siemenperunoista testattiin piilevä tyvi- ja märkämätä sekä perunan Y-, A-, kierlehtisyys- ja maltokaarivirus MTT Ruukin perunalaboratoriossa. Venäläisistä lajikkeista tutkittiin lisäksi vaalea ja tumma rengasmätä sekä peruna-ankeroiset Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran (Evira) valvontaosastolla. Satoperunoista analysoitiin edellä mainittujen lisäksi perunan S-, M- ja X-virukset. Tyvi- ja märkämätä analysoitiin PCR-menetelmällä (Degefu ym. 2006) 5 mukulan erissä. Perunan virukset analysoitiin DAS-ELISA-menetelmällä (Clark & Adams 1977) mukuloista kasvatetuista versoista. Vuoden 2008 sadosta tehtiin samat testit kuin vuonna 2007 lukuun ottamatta piilevän tyvi- ja mär-

kämädän määrityksiä. Venäläisistä ensimmäisen vuoden siemenperunoista tutkittiin lisäksi harmaahilseen ja ruven määrä.

Kesällä otetuista lehtinäytteistä testattiin kumpanakin vuonna perunan Y-virus, ja vuonna 2008 lisäksi X- ja M-virukset. Testit tehtiin lehdistä puristetusta kasvimehusta DAS-ELISA -menetelmällä.

2.1.4 Tulosten tilastollinen analysointi

Kenttäkokeiden ruututulosten aritmeettiset keskiarvot on koottu liitteisiin 4–9 ja tautien esiintymistä koskevat tiedot liitteisiin 10 ja 11 sekä siemenperunan osalta taulukkoon 4.

Koeasetelma oli satunnaistettujen täydellisten lohkojen koemalli, jossa lohkot oli sijoitettu lannoituskäsitteilyjen sisälle. Jokaiseen lohkoon sijoitettiin 4 lajiketta satunnaistetussa järjestyksessä. Aineisto analysoitiin tilastollisesti satunnaistettujen täydellisten lohkojen varianssianalyysin avulla, jossa satunnais-tekijänä oli lohko(lannoite). Kiinteinä tekijöinä olivat lajike, lannoitus ja niiden yhdysvaikutus. Parittaiset vertailut tehtiin pääosin Tukeyn testillä. Suomalaisten ja venäläisten lajikkeiden eroja vertailtiin kontrasteilla. Analysointi suoritettiin SAS-ohjelman Mixed Models –proseduurilla (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

2.2 Venäläisten perunalajikkeiden puhdistus ja mikrolisäys

Venäläiset Aurora- ja Ladoški-lajikkeet puhdistettiin taudinaiheuttajista ja mikrolisättiin siemenpankin perustamista varten. Puhdistus tehtiin Suomen siemenperunakeskus Oy:ssä (SPK) lämpökäsittelyn, meristeemiviljelyn ja mikrolisäyksen avulla. Kummastakin lajikkeesta puhdistukseen käytettiin 15 mukulaa, jotka istutettiin turpeeseen ja annettiin versoa. Versoneita mukuloita lämpökäsiteltiin 30°C:ssa kaksi viikkoa. Lämpökäsittelyistä kasveista testattiin ennen kasvupisteen eli meristeemin ottoa perunan Y-, A-, X-, S-, M-, kierrelehtisyys- ja maltokaarivirukset.

Jatkolisäykseen valittiin viruksista vapaat yksilöt. Jokaisen valitun verson latvasta irrotettiin meristeemi, joka siirrettiin koeputkeen kasvamaan Murashige-Skoog -alustalle (Murashige-Skoog 1962) (MS), johon oli lisätty kasvuhormoneja. Aurorasta jatkokasvatukseen valittiin 13 kasvia ja Ladoškista 11 kasvia. Jokainen mikrolisätty kasvi oli peräisin eri meristeemistä ja oli siten oma klooninsa. Kutakin kloonin lisättiin tauditestauksia ja perussiemenpankkia varten.

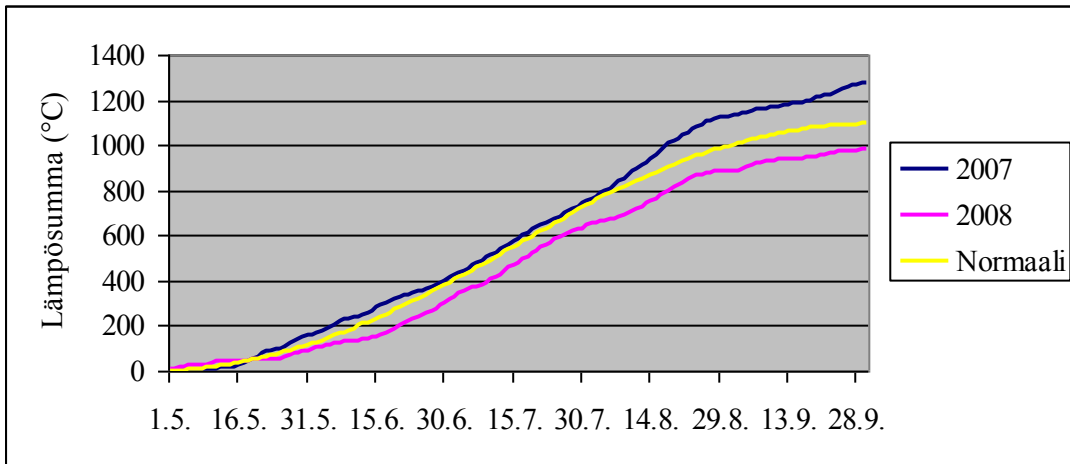
Kasveista testattiin Evirassa rengasmätä (2 mikrolisättyä kasvia/klooni) ja perunan sukkulamukulaviroidi (4 mikrolisättyä kasvia/klooni). MTT Ruukissa analysoitiin Y-, A-, X-, S-, M-, kierrelehtisyys- ja maltokaarivirukset (10 mikrolisättyä kasvia/klooni) DAS-ELISA -menetelmällä (Clark and Adams 1977). Kaikkia taudinaiheuttajista vapaita kasveja mikrolisättiin MS-alustalla ja ylläpidettiin mannitolialustalla perussiemenpankkia varten.

Kummankin lajikkeen jokaisesta kloonista lähetettiin kaksi kasvia Petroskoin valtioniopistolle perustettuun kantasiemenaineiston perussiemenpankkia varten.

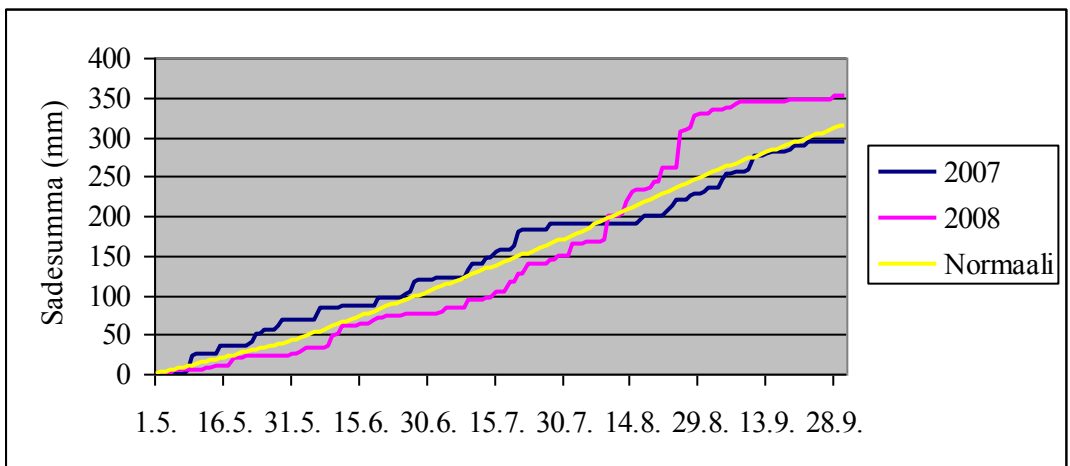
2.3 Kasvukausien säätietoja

Kasvukaudella 2007 lämpötila noudatteli heinäkuun alkuun asti pitkän aikavälin keskiarvoa (Kuva 3). Elokuu oli selvästi normaalia lämpimämpi, mutta kuun lopulla lämpötila laski takaisin normaalilukemiin. Toukokuussa satoi keskimääräistä enemmän, mutta suurin osa sateista tuli ennen perunoiden istutusta (Kuva 4). Elokuu oli kuiva, sademäärä oli noin puolet normaalilukemista. Toukokuun alusta syyskuun loppuun kertynyt lämpösumma oli 1280 astetta ja sademäärä 294 mm (Pogoda i Klimat 2009).

Kasvukausi 2008 oli kokonaisuutena tavanomaista viileämpi (Kuva 3). Erityisen viileät ajanjaksot ajoituivat kesäkuun alkupuolelle ja heinä-elokuun vaihteeseen. Yli 25 °C lämpötila saavutettiin vain kahtena päivänä heinäkuun alkupuolella. Alkukesä oli normaalia vähäsateisempi (Kuva 4). Heinäkuun puolenvälin jälkeen sateet lisääntyivät, ja elokuussa satoi yli kaksinkertainen määrä pitkän aikavälin keskiarvoon verrattuna. Syyskuun sateet jäivät hyvin vähäisiksi. Toukokuun alusta syyskuun loppuun kertynyt lämpösumma oli 980 astetta ja sademäärä 352 mm (Pogoda i Klimat 2009).



Kuva 3. Yli 5 °C vuorokauden keskiarvolämpötiloista kertynyt lämpösumma ajalla 1.5.–30.9. vuosina 2007 ja 2008, sekä pitkän aikavälin keskiarvo (normaali) Petroskoissa (Pogoda i Klimat 2009).



Kuva 4. Petroskoin sademäärät (mm) esitettynä sadesummana ajalla 1.5.–30.9. vuosina 2007 ja 2008, sekä pitkän aikavälin keskiarvo (normaali) (Pogoda i Klimat 2009).

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Lajikkeet ja siemenpankki

Lajikkeella on suuri vaikutus perunan sadontuottokykyyn ja sadon laatuun. Lajikevalintaa tehtäessä on tiedettävä, millaisia viljely- ja laatuominaisuuksia sekä kestävyyskäsitteitä tärkeimpiä kasvintuhojia vastaan lajikkeella on. Sadon käyttötarkoitus vaikuttaa siihen, mihin lajikkeen käyttöominaisuuksiin kiinnitetään huomiota.

Ruokaperunatuotannossa sadon laatu on merkittävä tekijä. Perunan laatuun vaikuttavat lajike, viljelytekniikka, viljelyolosuhteet ja sadon käsittely. Lisäksi sadon laatuun vaikuttaa merkittävästi kasvuston tuleentumisaste nostohetkellä (Ahvenainen ym. 2001). Uusien lajikkeiden jalostuksessa tärkeänä pidetään myös mukuloiden biokemiallista koostumusta. Viime aikoina on Venäjälläkin alettu kiinnittää huomiota muun muassa perunan antioksidantti- ja vitamiinipitoisuuksiin (Simakov & Anisimov 2005). Ruokateollisuusperunalle asetetaan erilaisia tuotekohtaisia vaatimuksia. Erityisen tärkeää ruokaperunateollisuudessa on suurten raaka-aine-erien tasalaatuisuus. Tärkkelysperunatuotannossa oleellista on sadon korkea tärkkelyspitoisuus (Ahvenainen ym. 2001).

Karjalan tasavallassa suuri osa tuotetusta perunasadosta käytetään karjan rehuksi (suullinen tiedonanto Evstratova 2006). Rehukäyttöön soveltuvat parhaiten satoiset, suuren tärkkelyspitoisuuden omaavat lajikkeet. Viime vuosina Venäjällä on otettu tuotantoon uusia lajikkeita, jotka soveltuvat entistä paremmin tiettyihin käyttötarkoituksiin ja jotka ovat ainakin jossain määrin kestäviä yleisiä kasvitaujeja vastaan (Simakov & Anisimov 2006).

Tämän hankkeen tavoitteena oli vertailla suomalaisten ja venäläisten lajikkeiden sadontuottokykyä Karjalan olosuhteissa. Lajikkeiden valinnassa huomioitiin käyttötarkoitus ja aikaisuus. Lisäksi tavoitteena oli turvata taudeista vapaan perunan perussiemenen saatavuus Karjalan tasavallassa puhdistamalla kokeisiin valitut venäläiset lajikkeet mikrolisäyksen avulla ja perustamalla näistä perussiemennpankki.

3.1.1 Lajikevalinta

Kokeen suomalaisiksi lajikkeiksi valittiin Saturna ja Fambo, ja venäläisiksi lajikkeiksi Aurora ja Ladoški.

Saturna on melko myöhäinen ja satoisa lajike. Se on viljelyvarma, vaikkakin hieman kuivuuden arka. Saturnan tärkkelyspitoisuus on melko korkea (17–18 %), ja se on Suomessa tärkeä tärkkelys- ja perunastutuotannon lajike. Saturnan ruvenkestävyys on hyvä ja rutenkestävyys melko hyvä, mutta se on altis maltokaariviroosille. (Ahvenainen ym. 2001, Rahkonen & Kangas 2001)

Fambo on melko aikainen, suurimukulainen ja satoisa ruoka- ja ruokateollisuusperunalajike. Se soveltuu hyvin kuorintaan ja ranskanperunatuotantoon. Se on melko kiinteämaltainen ja pysyy hyvin koossa keitetessä. Fambo on seitinaltis, melko rutenaltis ja perunarujen kestävyydeltään keskinkertainen. (Ahvenainen ym. 2001)

Aurora (Аврора) on melko satoisa, keskiaikainen, rutenkestävä ja runsasmukulainen lajike (suullinen tiedonanto V. Astakhov 2008). Mukulat ovat tasakokoisia ja tärkkelyspitoisuus on noin 15–19 %.

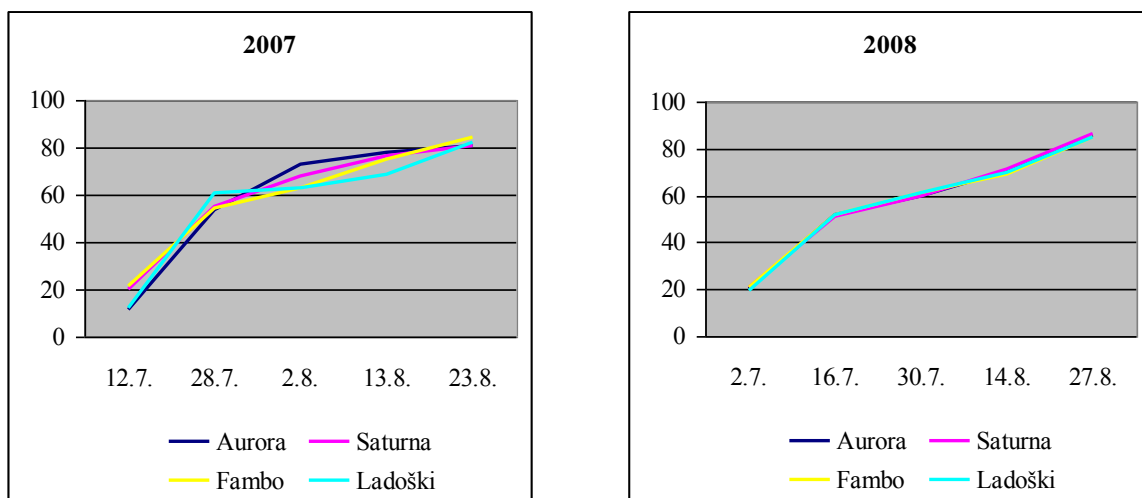
Ladoški (Ладожский) on keskimyöhäinen, melko rutenkestävä ja varastokestävyydeltään hyvä lajike (suullinen tiedonanto V. Astakhov 2008). Tärkkelyspitoisuus on melko alhainen, noin 15–17 %.

3.1.2 Lajikkeiden väliset erot

Vuoden 2007 tulokset eivät täysin kuvasta lajikkeiden välisiä todellisia eroja, sillä siemenperunat olivat tuotantotaustaltaan erilaisia. Vuonna 2007 kasvuston alkukehitys oli nopeinta suomalaisilla Fambo- ja

Saturna -lajikkeilla, mutta erot venäläisiin lajikkeisiin tasoittuivat myöhemmin. Ladoški-lajikkeen kukinta (kehitysvaihe 60–69) alkoi varhaisimmassa vaiheessa ja kesti pisimpään (Kuva 5). Syksyllä kasvuston tuleentuminen eteni pisimmälle Fambo-lajikkeella, sen sijaan muiden lajikkeiden välillä ei ollut eroja. Vuonna 2008 perunakasvustojen kehittyminen oli huomattavan tasaista ja lajikkeiden väliset erot pieniä.

Perunakasvustoissa oli suuria eroja lajikkeiden välillä (Kuva 6). Vuonna 2007 erot olivat suurelta osin siemenperunan taustasta johtuvia. Suomalaiset lajikkeet Saturna ja Fambo olivat selvästi korkeampia ($p < 0,005$) ja peittävämpiä ($p < 0,0001$) kuin venäläiset lajikkeet (Taulukko 2). Myös niiden versolukumäärä oli suurempi, vaikkakaan Fambon ja Auroran välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Toisena vuonna vain Aurora oli merkitsevästi ($p < 0,005$) muita lajikkeita lyhyempi, kun taas Ladoškilla oli vähiten versoja. Havaittuihin eroihin vaikuttivat sekä lajikkeen kasvutapa että erityisesti vuonna 2007 kasvitautit.



Kuva 5. Kasvuston kehittyminen (mukaiillen Hack ym.1993) kokeissa mukana olleilla lajikkeilla koevuosina 2007 ja 2008.



c)



d)



Kuva 6. a) Aurora-, b) Saturna-, c) Fambo- ja d) Ladoški -lajikkeen kasvusto heinäkuussa 2007
Kuvat: Lea Hiltunen ja Tapio Uotila

Ensimmäisen koevuoden perunasadossa oli suuret erot lajikkeiden ja alkuperän välillä (Kuva 7). Fambo tuotti selvästi kaikkia muita lajikkeita suuremman sadon ($p < 0,0001$) ja myös toisen suomalaislajikkeen, Saturnan sato oli merkitsevästi ($p = 0,02$) Ladoškia ja jonkin verran ($p = 0,06$) Auroraa suurempi. Suuria lajike-eroja selittää siemenperunoiden erilainen tausta ja etenkin venäläisten lajikkeiden kasvustoissa esiintyneet kasvitautit.

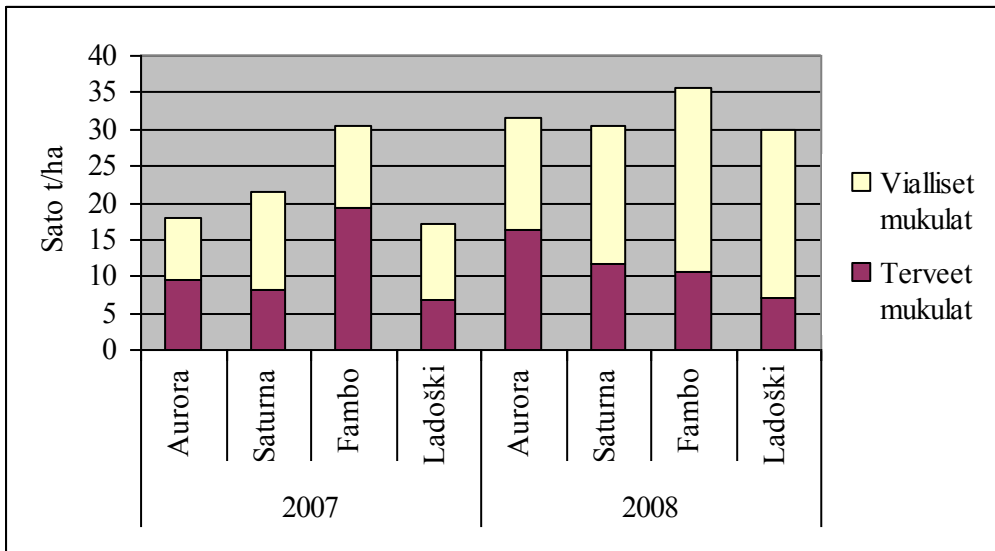
Taulukko 2. Lajikkeen vaikutus kasvuston peittävyteen, korkeuteen sekä versolukumäärään.

Lajike	Peittävyys	Korkeus		Versot	
	%	cm		kpl/kasvi	
	2007	2007	2008	2007	2008
Aurora	60 b	45 b	39 b	2.9 bc	5.0 a
Saturna	83 a	59 a	48 a	4.5 a	4.7 a
Fambo	83 a	55 a	54 a	3.4 b	4.7 a
Ladoški	61 b	47 b	46 a	2.1 c	2.9 b

Sarakkeissa eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyystasolla $p < 0,05$.

Toisena vuonna lajikkeet tuottivat satoa huomattavasti tasaisemmin (Kuva 7). Ainoastaan käytettäessä synteettistä lannoitusta Fambon sato oli merkitsevästi ($p < 0,05$) Auroraa ja Saturnaa suurempi.

Sadon ulkoinen laatu oli vaihtelevaa. Eniten vioituksia aiheuttivat kumpanakin vuonna kasvitautit, joita käsitellään tarkemmin luvussa 3.3 Taudit. Terveiden, kauppakelpoisten mukuloiden osuus sadosta oli vuonna 2007 suurin Fambolla (64 %), ja myös Auroran sato oli selvästi ($p < 0,05$) Saturnan ja Ladoškin satoa parempilaatuista. Vuonna 2008 paras sadon laatu oli Auroralla (terveitä mukuloita 52 % sadosta), ja huonoin Ladoškilla ja Fambolla. Kauppakelpoisen sadon (terveet mukulat) kokonaismäärään vaikutti sekä sadon kokonaismäärä että laatu (Kuva 7).



Kuva 7. Kokonaissato sekä viallisten ja terveiden mukuloiden määrä lajikkeittain koevuosina.

Mukulan kuiva-ainepitoisuus oli ensimmäisenä vuonna suurin Saturnalla (24,7 %). Seuraavana oli Fambo (21,1 %), kun taas venäläisten lajikkeiden kuiva-ainepitoisuus jäi alle 20 % (Aurora 18,9 % ja Ladoški 19,6 %). Vuonna 2008 lajikkeiden erot olivat samat, mutta kuiva-ainepitoisuudet jäivät selvästi alhaisemmiksi (17,2–21,7 %). Venäläisten lajikkeiden välinen ero ei ollut kumpanakaan vuonna tilastollisesti merkitsevää. Lajikkeiden väliset erot sadon ravinnepitoisuuksissa olivat pieniä (Liite 7).

Fambon suurta satoa muihin lajikkeisiin verrattuna selittää sen aikaisuus. Muilta osin lajikkeet olivat sadontuottokyvyiltään melko tasavertaisia, kun siemenperunan tausta oli yhtenevä. Ensimmäisen vuoden kokeessa kasvitautit vaikuttivat erityisesti venäläisten lajikkeiden sadonmuodostukseen (katso Luku 3.3 Taudit).

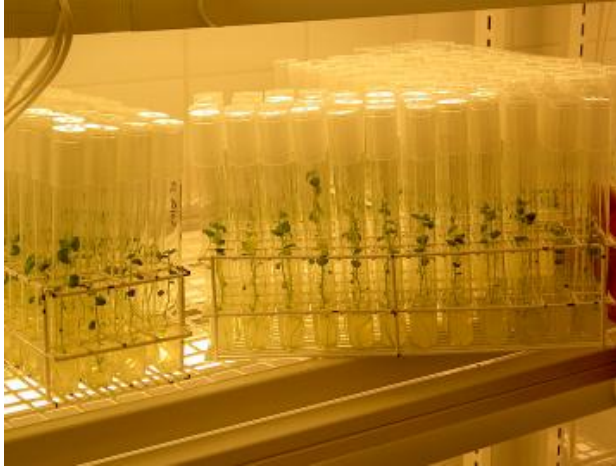
Tuotanto-olosuhteissa, joissa kasvukausi ja kasvinsuojeluaineiden käyttö ovat rajoittavia tekijöitä, siemenperunoiden terveydellä ja lajikkeen aikaisuudella on merkitystä. Siemenperunoiden puhtaus kasvitaudeista luo edellytykset terveemmälle ja elinvoimaisemmalle kasvustolle ja myös laadultaan paremmalle sadolle. Aikaisten lajikkeiden sato ehtii kehittyä pidemmälle ennen sadonkorjuuta tai mahdollisesti kasvustoa tuhoavien tautien ilmenemistä.

3.1.3 Perussiemennpankki

Kenttäkokeisiin valittujen venäläisten lajikkeiden Auran ja Ladoškin puhdistusprosessi käynnistyi syyskuussa 2007. Lajikkeista puhdistettiin tautivapaata esiperussiemennä Suomen siemenperunakeskus Oy:n mikrolisäysmenetelmällä.

Aurora-lajikkeesta jatkolisäykseen valittiin 13 kloonina ja Ladoškista 11 kloonina. Jatkolisäykseen valittuja kloonieja mikrolisättiin (Kuva 8) ja 2 kasvia/klooni luovutettiin hankkeen loppuvaiheessa Petroskoin valtionyliopistolle perustettuun perussiemennpankkiin kantasiemenaineistoksi.

Varsinaista siemenaineistoa ei ollut mahdollista tuottaa tämän projektin toteutusajan puitteissa, mikä johtui osittain puhdistusprosessin aloituksen myöhästymisestä usealla kuukaudella. Perussiemennpankin ylläpitoa varten Petroskoin valtionyliopiston tutkijoille järjestettiin mikrolisäyskoulutusta SPK:ssa sekä MTT Ruukin perunalaboratoriossa.



Kuva 8. Aurora- ja Ladoški -lajikkeen tautivapaita mikrotaimia Kuva: Niko Hänninen

3.2 Lannoitus

Riittävä ja tasapainoinen, kasvualustan ravinnevarat huomioon ottava lannoitus on keskeinen osa perunan viljelytekniikkaa. Peruna on suhteellisen vaativa viljelykasvi, ja se reagoi vaihtelevaan tai epätasapainoiseen lannoitukseen sekä sadon määrän että laadun heikkenemisenä.

Lannoitusta suunniteltaessa on otettava huomioon maan ravinnevarat ja lannoitus on suunniteltava niitä täydentäväksi. Maan ravinnetila on syytä analysoida säännöllisesti, jotta lannoitus voidaan mitoittaa oikein. Peruna hyödyntää lannoitteen ravinteita vaihtelevasti. Esimerkiksi typpilannoituksesta peruna käyttää kasvuunsa noin 50–75 %. Maasta voi vapautua kuitenkin kasvien käyttöön typpeä jopa useita kymmeniä kiloja kasvukauden aikana, riippuen maalajista ja sääoloista (Engblom ym. 2001). Ravinteiden käyttökelpoisuuteen vaikuttavat mm. lannoitteen rakenne ja ravinnesuhteet, lannoitustapa, maan pH, lämpötila sekä kosteusolot.

Lannoituksen puutteet ja epäsuhdut tulevat yleensä esille epänormaalina kasvuston kehittymisenä sekä sadon määrässä että laadussa. Kastelumahdollisuus tai tasainen maan kosteus kasvukauden aikana lisää yleensä lannoituksen tehoa. Orgaanisten lannoitteiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat ja niiden analysointi ennen lannoituksen suunnittelua on tärkeää. Orgaanista lannoitusta voidaan täydentää tarvittaessa teollisilla lannoitteilla.

Orgaanisia lannoitteita, yleensä karjanlantakompostia käytetään Venäjällä yleisesti perunan lannoitteena (suullinen tiedonanto Evstratova 2006). Tässä hankkeessa verrattiin turvepohjaisen karjanlantakompostin ja synteettisten lannoitteiden vaikutuksia perunan kasvuun ja sadontuottoon Karjalan tasavallan tuotanto-olosuhteissa.

3.2.1 Maan ravinnetila

Vuoden 2007 koekenttä oli melko vähäravinteista, mutta multavaa karkeaa hietamaata. Syksyllä noston jälkeen tehdyissä maa-analyyseissä on havaittavissa lannoitteiden vaikutus maan ravinnepitoisuuksiin (Taulukko 3). Tutkituista ravinteista maan magnesium-, kupari-, sinkki- ja natriumpitoisuudet olivat orgaanisella lannoituksella suuremmat kuin synteettisellä ($p < 0,05$), kun taas mangaani- (ei merkitsevä ero) ja rikki-pitoisuudet olivat synteettisellä lannoituksella suuremmat.

Vuoden 2008 kenttä oli melko epätasainen ja koealan sisäinen vaihtelu oli suuri, joten lannoituksen vaikutuksia on vaikea arvioida. Maa oli runsasmultaista hietaa ja hietamoreenia. Lähtöravinnetaso oli huomattavasti edellistä vuotta korkeammalla tasolla. Lannoituksen vaikutukset eivät täysin vastanneet edellisvuotisista havainnoista. Magnesiumpitoisuus oli tällä kertaa suurempi synteettisesti lannoitetulla koealalla. Ainoa tilastollisesti merkitsevä ero lannoitteiden välillä oli rikki-pitoisuudessa, joka oli suurempi synteettisellä lannoituksella.

3.2.2 Kasvu

Lannoitustavalla oli vain vähän vaikutusta perunakasvustojen kehittymiseen. Vuonna 2008 perunakasvit tuottivat orgaanisella lannoituksella enemmän versoja kuin synteettisellä lannoituksella (4,6 vs. 4,0, $p=0,02$).

Taulukko 3. Koekenttien maan keskimääräiset ravinnetasot syksyllä 2007 ja 2008 lannoitusalojen keskiarvoina.

Lannoitus	Johtoluku	pH	Ravinnepitoisuudet mg/l									
			Ca	K	Mg	P	Cu	Mn	Zn	Na	S	Liuk. N
2007												
Synteettinen	1.0	6.1	866	85	45	6.2	1.0	5.4	0.9	5.7	24	-
Orgaaninen	1.0	6.2	890	76	64	6.4	1.2	4.4	1.2	9.5	13	-
2008												
Synteettinen	3.1	6.5	2294	158	208	11.7	2.1	14.0	2.2	21.5	48	54
Orgaaninen	2.5	6.9	2805	165	168	20.5	2.2	10.2	2.6	20.3	28	42

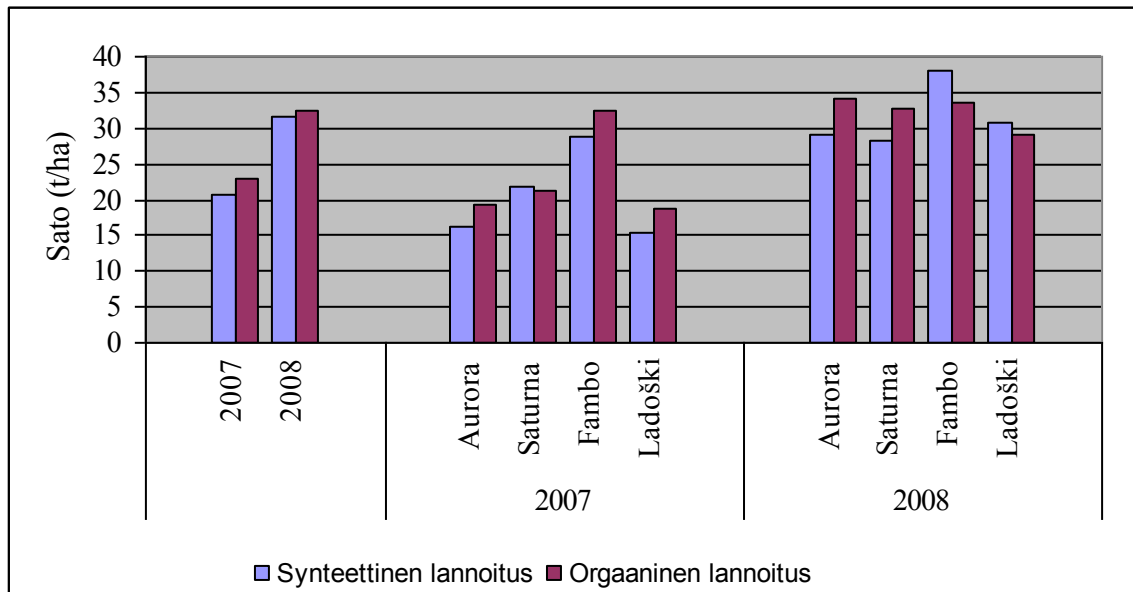
Vuonna 2007 kasvustosta kerätyistä lehtinäytteistä tehtiin suuntaa-antavat ravinneanalyysit. Jokaista lajike-lannoiteyhdistelmää kohti analysoitiin vain yksi näyte eikä tuloksista voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Esimerkiksi lehtien rautapitoisuus näyttäisi olevan orgaanisella lannoituksella keskimäärin korkeampi (186 mg/kg kuiva-ainetta) kuin synteettisellä lannoituksella (141 mg/kg kuiva-ainetta), mutta kahdella lajikkeella, Auroralla ja Fambolla, tulos on täysin päinvastainen. Mangaanipitoisuus oli Auroraa lukuun ottamatta korkeampi synteettisellä kuin orgaanisella lannoituksella. Mangaanin puutosoireita oli havaittavissa orgaanisella lannoituksella (Kuva 9). Tarkat lehtiravinnetulokset on esitetty liitteessä 8.



Kuva 9. Mangaanin puutosoireita Fambo-lajikkeella
Kuva: Lea Hiltunen

3.2.3 Sato

Lannoitustavalla ei ollut merkittävää vaikutusta perunasatoon. Kumpanakin vuonna orgaaninen lannoitus näytti tuottavan kokonaisuutena hieman paremman sadon, mutta tulos vaihteli sekä lajikkeittain että vuosittain eikä ollut tilastollisesti merkitsevää (Kuva 10). Vuonna 2008 perunakasvustot tuottivat kummallakin lannoitustavalla huomattavasti edellistä vuotta paremman sadon. Tähän vaikuttivat sekä kasvuolosuhteet että siemenperunan seittipeittauksen tuloksena saatu terveempi kasvusto.



Kuva 10. Lannoitustavan vaikutus perunasatoon.

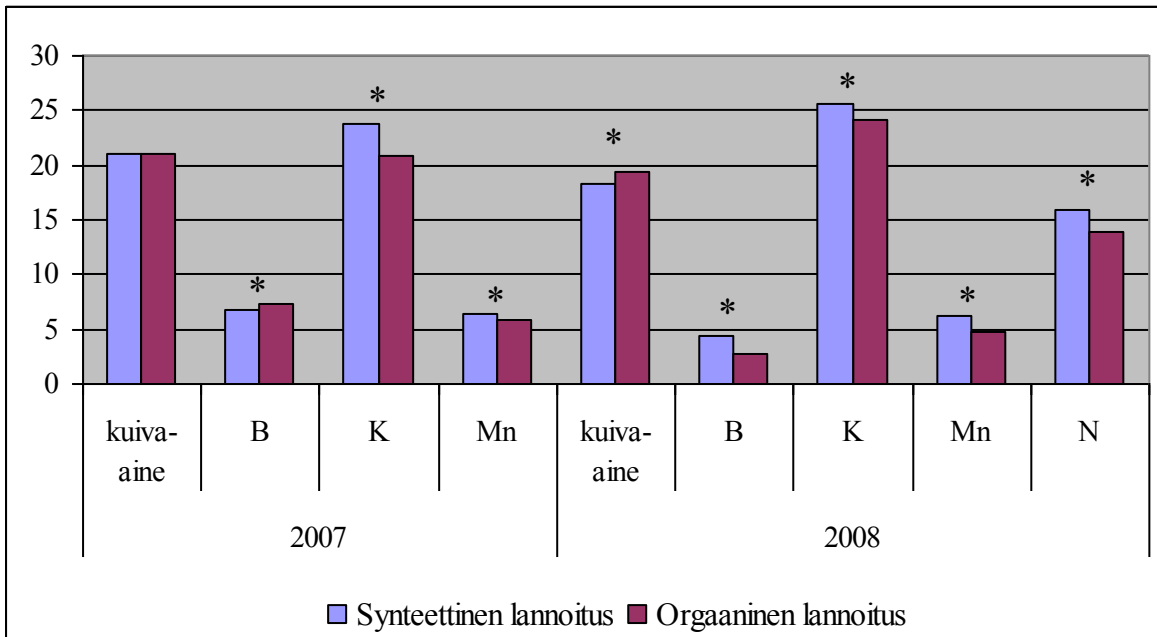
3.2.4 Sadon ravinteet

Mukuloiden ravinnepitoisuudet kuvaavat kasvin ravinteidensaantia ja antavat viitteitä mukulan sisäisestä laadusta. Vuonna 2007 lannoituksella ei ollut vaikutusta sadon kuiva-ainepitoisuuteen. Vuonna 2008 kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin suurempi orgaanisella (19,5 %) kuin synteettisellä lannoituksella (18,3 %, $p = 0,003$), mikä saattaa hieman vaikuttaa ravinnetuloksiin, jotka ilmoitetaan pitoisuutena kuiva-aineessa.

Kumpanakin vuonna mukuloiden kalium- ja mangaanipitoisuudet olivat suuremmat ($p < 0,05$) synteettisellä kuin orgaanisella lannoituksella (Kuva 11). Samankaltainen lannoitevaikutus oli havaittavissa myös useiden muiden ravinteiden kohdalla, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Boorin, kuparin ja natriumin pitoisuuksiin lannoitus vaikutti eri tavalla eri vuosina. Mukulan typpipitoisuus määritettiin vain vuonna 2008, jolloin synteettisellä lannoituksella tuotetun sadon typpipitoisuus oli merkitsevästi korkeampi.

Synteettisten ja orgaanisten lannoitteiden vaikutusten vertailu on vaikeaa, koska lannoitteiden sisältämien ravinteiden määrät, suhteet ja vapautuminen kasvien käyttöön ovat erilaiset. Orgaanisen lannoitteen ravinnepitoisuudet riippuvat raaka-aineista ja kompostoitumisajasta. Näiden kenttäkokeiden vuosien välinen vaihtelu lannoitteiden vaikutuseroissa johtuu luultavasti orgaanisen lannoitteen ravinnesisällön ja käyttömäärän eroista.

Kokeissa käytetty synteettisen lannoituksen taso oli melko alhainen, ja suuremmilla käyttömäärillä olisi mahdollista päästä suurempiin satoihin. Näiden tulosten perusteella kuitenkin näyttäisi siltä, että myös orgaaninen lannoite eli komposti on oikein käytettynä käyttökelpoista perunan lannoituksessa. Oleellista kuitenkin olisi, että ennen lannoituksen suunnittelua kompostista tehtäisiin ravinneanalyysit oikean käyttömäärän ja mahdollisen täydennyslannoitustarpeen arvioimiseksi.



Kuva 11. Sadon kuiva-ainepitoisuus (%), boori- ja mangaanipitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta) sekä kalium- ja typpipitoisuudet (g/kg kuiva-ainetta). Tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$) on merkitty tähdellä.

3.2.5 Lannoitussuosituks

- MAAN RAVINNETILA:** Lannoituksen tulee perustua maan ravinnetilaan. Sen selvittämiseksi otetaan maanäytteet aikaisin keväällä roudan sulamisen jälkeen tai syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Maanäytteet otetaan maalajikohtaisesti. Pisto maakairalla tehdään koko muokkauskerroksen syvyydeltä. Osanäytteistä koottuja näytteitä otetaan 1–2 kpl/hehtaari. Näytteistä analysoidaan johtoluvun ja pH:n lisäksi ainakin perunalle tärkeimmät ravinteet (Ca, K, Mg, P) ja tarvittaessa myös hivenravinteet. Lisäksi voidaan analysoida maan liukoinen typpipitoisuus.
- LANNOITUSSUUNNITELMA:** Lannoitussuunnitelman teossa otetaan huomioon maa-analyysien tulokset, sadon käyttötarkoitus, tavoiteltava satomäärä, lajike, alueelliset erityispiirteet sekä esikasvi. Näiden perusteella määritetään lannoituksella annettavat ravinnemäärät, valitaan käytettävät lannoitteet ja lasketaan lannoitemäärät. Tarvittaessa lannoitusta täydennetään yksi- tai kaksiravinteisillä lannoitteilla. Lannoitussuunnitelman teko on helpointa tätä tarkoitusta varten tehdyillä tietokoneohjelmilla.
- ORGAANISEN LANNOITTEEN KÄYTTÖ:** Kompostin ominaisuudet, kuten rakenne ja kemiallinen koostumus vaikuttavat sen käytettävyyteen lannoitteena. Kompostista teetetään ravinneanalyysi, jonka perusteella arvioidaan kompostin oikea käyttömäärä ja mahdollinen täydennyslannoitustarve.
- MUU VILJELYTEKNIikka:** Onnistuneen lannoituksen lähtökohtana on, että myös muut viljelytoimenpiteet ovat hyvän viljelykäytännön mukaisia. Siemenperunan on oltava kasvitaudeista puhdasta, idättäminen ja istutus on tehtävä huolellisesti. Tuotantolohkon maan rakenteen on oltava perunalle soveltuva. Kasvinsuojelussa ja kastelun käytössä huomioidaan perunakasvuston kehitysaste. Hyvin kehittynyt ja elinvoimainen kasvusto on myös tehokas ravinteiden hyväksikäyttäjää.

3.3 Taudit

Venäjä on toiseksi suurin perunantuottaja maailmassa tuottaen 37 miljoonaa tonnia perunaa vuodessa (FAO 2008). Perunasadosta menetetään vuosittain yli 10 % tautien ja tuholaisien vuoksi. Taloudellisesti merkittäviä tuholaisia ovat mm. koloradonkuoriainen (*Leptinotarsa decemlineata*), peruna-ankeroiset (*Ditylenchus destructor*, *Globodera rostochiensis*), *Epilachna*-kuoriainen (*Epilachna vigintioctomaculata*) sekä varsiyökkönen (*Hydraecia micacea*) ja tauteja perunarutto (*Phytophthora infestans*), virustaudit, perunasyöpä (*Synchytrium endobioticum*), vaalea ja tumma rengasmätä (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *Ralstonia solanacearum*), perunaseitti (*Rhizoctonia* spp.), tyvimätä (*Pectobacterium* spp.) sekä lehtipolte (*Alternaria* spp.) (Anon. 2006, Afonin ym. 2008).

Karjalan tasavallassa satotaso on alhainen (noin 10 t/ha) ja sadon laatu heikko (L. Evstratova 2006, suullinen tieto), vaikka alue soveltuu ilmasto- ja maaperäolojensa puolesta erinomaisesti perunan tuotantoon. Syynä alhaisiin satotasoihin pidetään erityisesti kasvitauteja (L. Evstratova 2006, suullinen tieto) sekä siemenperunan riittämättömyyttä ja huonoa laatua (Anisimov 2007). Tämän tutkimuksen tautiosion tavoitteena oli selvittää, mitkä kasvitaudit aiheuttavat eniten ongelmia Karjalan tasavallan perunantuotannossa sekä ohjeistaa näiden kasvitautilien hallintaa mahdollisimman tehokkaasti ilman kemiallisia torjunta-aineita.

3.3.1 Siemenperuna

2007

Kasvukaudella 2007 kenttäkokeisiin käytetyistä siemenperunoista tehtiin vaarallisten kasvintuhoojien määrittämiä Evirassa ja virus- ja tyvimätätestejä MTT Ruukin perunalaboratoriossa. Lisäksi tautioireisiin perustuvia tautimäärittämiä tehtiin sekä MTT Ruukissa että venäläisten kasvintarkastusviranomaisen toimesta Petroskoissa. Venäläisestä siemenperunasta tautianalyysijä varten otetut näytteet tuotiin Suomeen vasta heinäkuussa. Näytteet oli säilytetty tilan varastossa idätyslaatikoissa ympäristön lämpötilassa, joten mukulat olivat pitkälle itäneitä ja nahistuneita. Myös Suomessa tuotetut lajikkeet testattiin samanaikaisesti venäläisten lajikkeiden kanssa, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Mukuloiden tila hankaloitti testauksia ja vaikeutti etenkin virustestaustulosten tulkintaa.

Venäläisten lajikkeiden, Auroran ja Ladoškin, siemenperunoissa ei havaittu Eviran testeissä vaaleaa tai tummaa rengasmätää eikä peruna-ankeroisia (Taulukko 4). Suomessa tuotetulle siemenperunalle näitä testejä ei tehty. Mukuloissa ei ollut märkämätäoireita, mutta lajikkeiden Aurora, Saturna ja Fambo siemenperunoissa oli piilevänä yhtä tyvi- ja märkämädän aiheuttajabakteeria (*P. atrosepticum*) (Taulukko 4).

Virustestauksissa siemenperunasta testattiin perunan Y-, A- ja kierrelehtisyysvirus (Taulukko 4). Aurora-, Fambo- ja Ladoški -lajikkeiden siemenperunoissa oli perunan Y-virusta (PVY). Perunan A-virusta (PVA) oli Aurora- ja Fambo -lajikkeen siemenperunoissa. Testin mukaan Aurora- ja Ladoški -lajikkeen siemenperunoissa oli lisäksi myös kierrelehtisyysvirusta (PLRV) (1 %).

Taulukko 4. Kasvukausien 2007 ja 2008 kenttäkokeissa käytetyssä siemenperunassa havaitut taudit ja/tai niiden aiheuttajat.

Tauti/oire	Taudinaiheuttaja	Siemenperunan taudit							
		2007				2008			
		Aurora	Saturna	Fambo	Ladoški	Aurora	Saturna	Fambo	Ladoški
Vaalea rengasmätä	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>	-	et	et	-	-	-	-	-
Tumma rengasmätä	<i>R. solanearum</i>	-	et	et	-	-	-	-	-
Peruna-ankeroiset	<i>G. pallida</i> , <i>G. rostochiensis</i>	-	et	et	-	-	-	-	-
Tyvi- ja märkämätä	<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>atrosepticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Tyvi- ja märkämätä	<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	+	+	+	-	+	+	+	+
Tyvi- ja märkämätä	<i>Dickeya</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-
Perunan Y-viroosi	PVY	+	-	+	+	-	+	+	+
Perunan A-viroosi	PVA	+	-	+	-	-	-	-	-
Perunan kierrelehtisyysviroosi	PLRV	+	-	-	+	+	-	-	-
Perunan maltokaariviroosi	PMTV	et	et	et	et	-	-	+	+
Perunan S-viroosi	PVS	et	et	et	et	-	+	+	+
Perunan M-viroosi	PVM	et	et	et	et	+	+	+	+
Perunan X-viroosi	PVX	et	et	et	et	-	-	+	+
Perunarupi	<i>Streptomyces</i> spp.	+	-	-	+	+	+	+	+
Harmaahilse	<i>H. solani</i>	+	-	-	+	et	et	et	et
Perunaseitti	<i>R. solani</i>	+	-	-	+	+	+	+	+

+, tauti/taudinaiheuttaja havaittu

-, tautia/taudinaiheuttajaa ei havaittu

et, ei testattu

Venäläisten lajikkeiden siemenperunoissa oli Venäjällä tehtyjen silmävaraisten määritysten mukaan harmaahilsettä, perunarupea sekä perunaseittiä, mutta näiden oireiden ankaruutta ei määritetty. Suomessa tuotetussa siemenperunassa näitä tauteja ei esiintynyt.

2008

Keväällä 2008 siemenperunana käytettiin kasvukauden 2007 satoa. Siemenperunasta ei tehty enää keväällä analyysejä, vaan edellisenä syksynä sadosta tehtyjen analyysien, virusten talvitestauksen sekä varastotarkastuksen katsottiin kuvaavan siemenperunan laatua varsin hyvin. Minkään lajikkeen siemenperunoissa ei ollut vaaleaa tai tummaa rengasmätää eikä peruna-ankeroisia (Taulukko 4). Mukuloissa ei ollut märkämätäoireita, mutta kaikkien lajikkeiden siemenperunoissa oli analyyssien mukaan samaa tyvi- ja märkämätää aiheuttavaa bakteeria (*P. atrosepticum*) kuin 2007 kasvukauden siemenperunassa.

Ladoškin ja Fambon siemenperunassa oli perunan Y-, S- (PVS), M- (PVM) ja X -virusta (PVX) (Taulukko 4). Saturnalla oli Y-, M- ja S -virusta ja Auroralla M-virusta. Kaikkien lajikkeiden siemenperunoissa oli vähän perunarupea. Alle 2 % siemenperunoista oli voimakkaasti rupisia, ts. ruvenpeitto ylitti 10 % mukulan pinnasta. Sen sijaan seittirupea esiintyi runsaammin. Voimakkaasti seittirupisia (yli 10 % mukulan pinnasta seittiruven peitossa) oli eniten Ladoškillä, yli 15 %, ja vähiten Saturnalla, noin 3 % siemenperunasta.

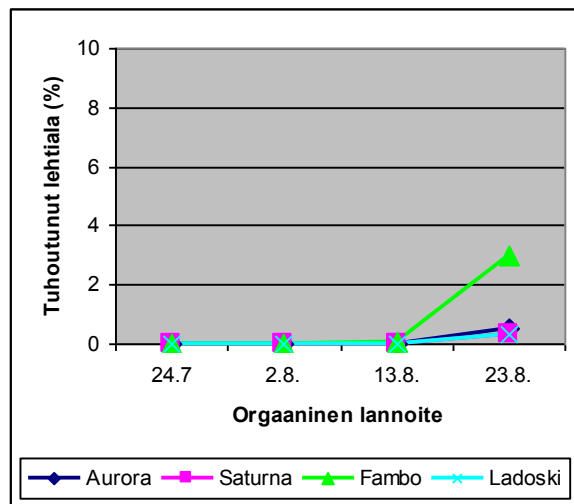
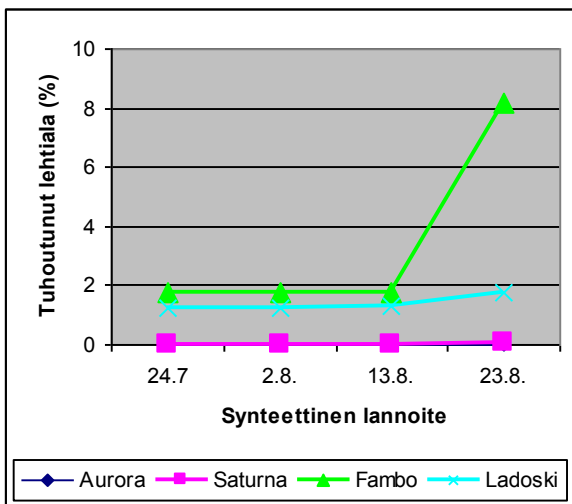
3.3.2 Kasvusto

2007

Kasvukaudella 2007 kasvustossa esiintyi perunaruttoa, virustautien oireita ja versolaikkua. Rutto näytti alkavan ja etenevän nopeammin sillä koekentän puoliskolla, jossa oli käytetty synteettistä lannoitusta, joskaan ero lannoitusten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Pahiten rutto iski Fambolajikkeeseen, jonka lehtialasta oli tuhoutunut elokuun loppuun mennessä noin 8 % käytettäessä synteettistä lannoitusta ja 3 % käytettäessä orgaanista lannoitusta (Kuva 12). Koska ruttohavaintoja ei tehty variston hävitykseen asti, kasvuston ruttoisuus ja lajikkeiden väliset erot kasvukauden lopulla eivät ole täsmällisesti tiedossa. Kokeessa olleista lajikkeista Fambo oli siis altein lehtirutolle (Kuva 13). Myös Suomessa tehtyjen virallisten lajikekokeiden tulosten mukaan Fambon lehtiruton kesto on merkitsevästi heikompi kuin Saturnan (Kangas ym. 2005).

Heinäkuun puolivälissä virustautioireita oli runsaasti ja ne olivat voimakkaita etenkin Ladoški-lajikkeella (Kuva 14). Silmävaraisesti arvioiden 12 % Ladoškin, 2 % Auroran ja Fambon sekä 0.5 % Saturnan yksilöistä oli voimakkaasti viroottisia. Lehtinäytteistä testattiin Y-, A- ja kierrelehtisyysvirus ELISA-menetelmällä (Taulukko 5). Testien perusteella Ladoški-lajikkeella yksilöistä noin 24 %, Aurora-lajikkeella 8 % ja suomalaisilla lajikkeilla alle 1 % oli Y-viruksen infektoimia. PVA:ta oli vain vähän Ladoški-lajikkeella ja kierrelehtisyysvirusta ei ollenkaan. Vielä heinäkuussa kasvustossa havaittavat virusoireet (ns. sekundaarioireet) ovat peräisin edellisen kasvukauden tartunnoista. Sen sijaan tuohon aikaan otetuista lehtinäytteistä tehdyllä ELISA-testillä havaitaan sekä edellisellä kasvukaudella että mahdollisesti kasvukauden alussa tapahtuneet vielä oireettomat tartunnat.

Keväällä 2007 siemenperunaa ei peitattu. Versolaikkua oli kaikkien lajikkeiden kasvustoissa, vaikkakin Suomessa tuotettujen lajikkeiden siemenperuna oli seittiruvetonta. Tämä viittaa siihen, että siemenperunan lisäksi merkittävä perunaseitin tartunnan lähde oli maa.



Kuva 12. Perunaruton eteneminen ja tuhoutunut lehtiä eri lajikkeilla kasvukaudella 2007 käyttäessä synteettistä tai orgaanista lannoitetta.



Kuva 13. Yksittäisiä lehtiruttolaikkuja Fambo-lajikkeella heinäkuussa 2007. Kuva: Lea Hiltunen



Kuva 14. Voimakkaita virusoireita Ladoški-lajikkeella heinäkuussa 2007. Kuva: Lea Hiltunen

Taulukko 5. Kasvuston virustartunta ja -oireet heinäkuun puolivälissä kasvukaudella 2007.

Lajike	Näyteko	Viroottisten kasvien osuus (%) kasvustossa			
		PVY %	PVA %	PLRV %	osuus (%) kasvustossa
Aurora	120	7.5	0	0	2.3
Ladoški	120	24.2	0.8	0	11.7
Saturna	120	0	0	0	0.4
Fambo	120	0.8	0	0	1.9
Lajikkeen alkuperä					
Suomi	240	0.4	0	0	1.2
Venäjä	240	15.9	0.4	0	7

Kasvuston perunaseittioireet olivat venäläisillä lajikkeilla Suomesta tuotuja lajikkeita pahemmat (Kuva 15), mikä johtunee venäläisen siemenperunan seittiruisuudesta. Venäläisillä lajikkeilla sekä ruudun

yksilömäärä ($p=0,0005$) että versoluku ($p<0,0001$) oli pienempi kuin Suomessa tuotetuilla lajikkeilla. Ankarasti versolaikkuisia (yli kolmannes maanalaisesta varresta versolaikun peitossa) versoja oli venäläisillä lajikkeilla 50 % ja suomalaista alkuperää olevilla 36 % (Taulukko 6). Ladoškin kasvusto oli aukkoisen sekä sen yksilömäärä ruudussa merkitsevästi alhaisempi kuin muilla lajikkeilla. Myös Ladoškin versoluku oli pienempi kuin Fambon ja Saturnan. Lannoitus ei vaikuttanut perunaseitin kasvusto-oireisiin.



Kuva 15. Molempina kasvukausina 2007 ja 2008 kenttäkokeiden kasvustoissa oli voimakkaita versolaikkuoireita. Kuvat: Lea Hiltunen ja Anna Sipilä

Taulukko 6. Perunaseitin kasvusto-oireet kasvukausina 2007 ja 2008.

	2007			2008		
	Yksilö- luku	Verso- luku	Ankarasti versolaikkuisien versojen osuus (%)	Yksilö- luku	Verso- luku	Ankarasti versolaikkuisien versojen osuus (%)
Lajike						
Aurora	200 a	2.9 bc	48	54	5.0 a	21 a
Ladoški	181 b	2.1 c	51	54	2.9 b	18 a
Saturna	211 a	4.5 a	25	54	4.7 a	4 b
Fambo	208 a	3.4 b	47	51	4.7 a	19 a
Lannoitus						
Synteettinen	195	3.3	46	53	4.0 b	20
Orgaaninen	204	3.1	40	53	4.6 a	11
Lajikkeen alkuperä						
Suomi	210 a	4.0 a	36 b	53	4.7 a	12 b
Venäjä	191 b	2.5 b	50 a	54	4.0 b	19 a

Sarakeissa ryhmän eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyydellä $p<0,005$.

2008

Kasvukaudella 2008 kasvustossa esiintyi viroottisuutta ja versolaikkua. Sen sijaan ruttoa ei havaittu koko kasvukauden aikana. Virustautioireita oli runsaasti ja ne olivat voimakkaita etenkin Ladoški-lajikkeella kuten edelliselläkin kasvukaudella. Lehtinäytteistä testattiin niitä viruksia (PVY, PVX, PVM), joita syksyn 2007 sadossa ja siemenperunassa oli ollut runsaimmin. Perunan X-virusta esiintyi vain Ladoški-lajikkeella (Taulukko 7). Perunan Y-virusta oli kaikissa lajikkeissa, mutta eniten Ladoški-lajikkeella, jonka yksilöistä yli puolet oli Y-viroottisia. Perunan M-virusta oli runsaasti venäläisissä lajikkeissa, Auroralla noin 60 % ja Ladoškillä 40 %, kun sitä vastoin suomalaisilla lajikkeilla sitä oli alle 2 %.

Versolaikkua esiintyi kaikilla lajikkeilla, joskin oireet olivat lievempiä kuin edellisellä kasvukaudella, mikä johtunee siemenperunan peittäuksesta. Ankarasti versolaikkuisien versojen osuus oli huomattavasti pienempi kasvukaudella 2008 (16 %) kuin kasvukaudella 2007 (43 %). Edellisvuoden tapaan versolaikun oireet olivat Saturnalla lievemmät kuin muilla lajikkeilla (Taulukko 6). Tämä heijastanee

Saturnan siemenperunan vähäistä seittirupisuutta sekä Saturna-lajikkeen perunaseitinkestävyttä. Ladoškin versoluku oli muita pienempi, mutta yksilölukumäärissä ei ollut eroja lajikkeiden välillä. Venäläisten ja Suomesta tuotujen lajikkeiden väliset erot olivat pienentyneet edellisestä kasvukaudesta.

Taulukko 7. Kasvukauden 2008 heinäkuun puolivälissä otettujen lehtinäytteiden virustartunta.

	Näytekoko	PVY %	PVA %	PVM %
Lajike				
Aurora	80	2.5	0	61.3
Ladoški	80	58.8	6.3	40.0
Saturna	80	6.3	0	1.3
Fambo	80	5.0	0	1.3
Lajikkeen alkuperä				
Suomi	160	5.6	0	1.3
Venäjä	160	30.1	3.1	50.6

3.3.3 Sato

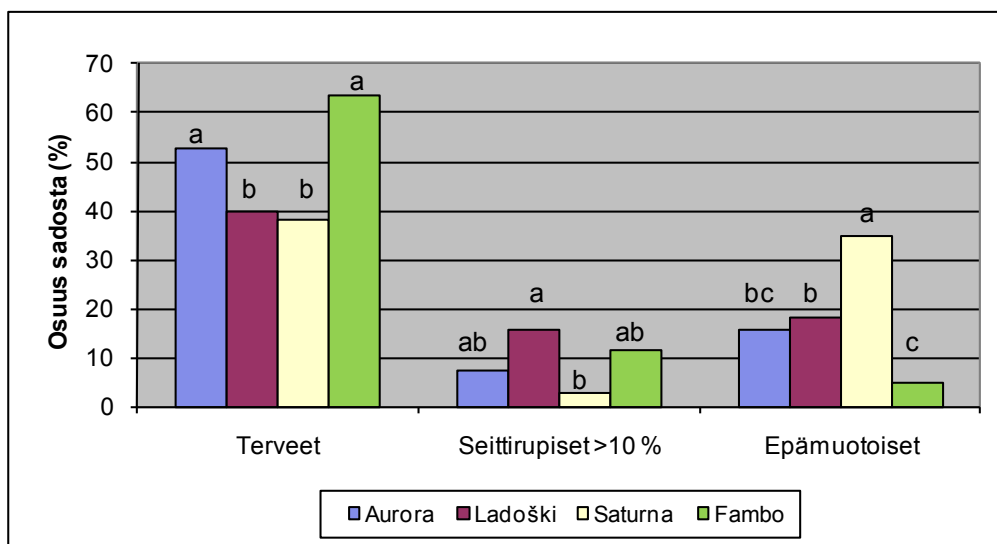
2007

Kasvukaudella 2007 lajikkeiden Fambo ja Aurora sato oli laadultaan paras (Kuva 16). Fambolla terveitä oli kokonaissadosta 64 % ja Auroralla 54 %. Taudeista eniten sadon vioituksia aiheuttivat seittirupisuus ja epämuotoisuus. Ankaraa seittirupea esiintyi eniten Ladoškilla ja vähiten Saturnalla. Synteettinen lannoitus lisäsi ($p=0.044$) seittirupisten määrää verrattuna orgaaniseen lannoitukseen. Tämä voi johtua ruton aiheuttamasta synteettisesti lannoitetun kasvuston aikaisemmasta tuhoutumisesta. Tällöin kasvuston tuhoutumisen/tuleentumisen ja noston välinen aika pidentyi, minkä tiedetään lisäävän sadon seittirupisuutta (Dijst 1985). Epämuotoisuutta oli eniten Saturnalla. Epämuotoisuus voi olla perunaseitin lievä oire, mutta toisaalta myös lajiketyypillinen ominaisuus.

Perunarupea ja mukularuttoa esiintyi vähän. Kaikilla lajikkeilla alle 2 % sadosta oli rupista (yli 10 % perunan pinnasta ruven peitossa). Sadossa mukularuttoisia oli Fambolla 2,7 %, Ladoškilla 2,1 % ja Saturnalla 0,3 %. Sen sijaan Auroran sadossa ei havaittu mukularuttoa. Lannoitus ei vaikuttanut perunaruven tai mukularuton esiintymiseen.

Sadosta testattiin perunan Y-, A-, X-, M-, S-, moptop- ja kierrelehtisyysvirus. Testaamisessa ongelmia aiheutti satomukuloiden perunaseittisyys, minkä seurauksena ELISA-testissä käytetyt idut ja versot olivat versolaikkuisia ja osittain myös *Rhizoctonia*-sienen rihmaston peittämiä. ELISA-testissä taustarvot olivat korkeita ja vaikeuttivat tulosten tulkintaa.

Erityisesti venäläisten lajikkeiden sato oli voimakkaasti PVY:n ja PVM:n tartuttamaa (Taulukko 8). Perunan Y-virusta oli eniten Ladoškilla ja M-virusta Auroralla. Lisäksi havaittiin pieniä määriä muita viruksia.



Kuva 16. Terveiden, seittrupisten ja epämuotoisten osuus lajikkeiden sadoissa kasvukaudella 2007. Ryhmissä eri kirjaimilla merkittyjen pylväiden keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyystasolla $p < 0,005$.

Taulukko 8. Kasvukauden 2007 sadon virustartunta.

	Näytekoko kpl	PVY %	PVA %	PVM %	PVX %	PVS %	PLRV %	PMTV %
Lajike								
Aurora	115	0	0	51.3	0	0	0.9	0
Ladoški	115	26.6 ^a	0	16.5	3.4	1.7	0	2.6
Saturna	100	1.0	0	1.0	0	2.0	0	0
Fambo	100	3.0	0	10.8 ^b	2.7 ^b	1.0	0	1.0
Lajikkeen alkuperä								
Suomi	230	2	0	5.9	1.4	1.5	0	0.5
Venäjä	200	13.3 ^c	0	33.9 ^d	1.7 ^d	0.9	0.5	1.4

^a näytekokoko 15 mukulaa

^b näytekokoko 37 mukulaa

^c näytekokoko 130 mukulaa

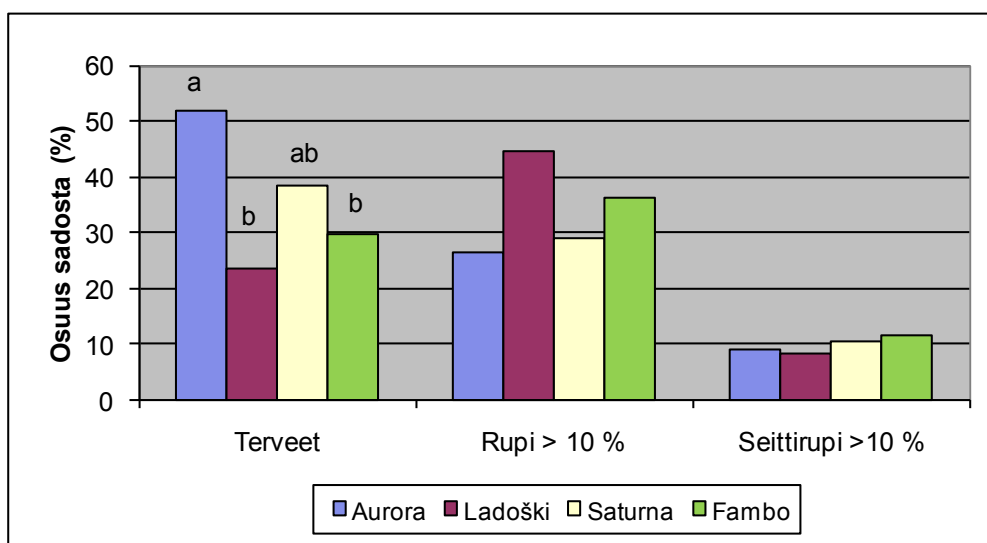
^d näytekokoko 152 mukulaa

2008

Kasvukaudella 2008 Aurora-lajikkeen sato oli laadultaan parasta. Sen terveiden osuus kokonaissadosta oli yli 50 % (Kuva 17). Muilla lajikkeilla terveiden osuus jäi huomattavasti alle 50 %:iin. Taudeista eniten sadon vioituksia aiheutti perunarupi. Vaikka kasvukauden sadesumma ylitti pitkäaikaisen keskiarvon, alkukesä aina heinäkuun lopulle asti oli kuivaa. Mukulanmuodostuksen alkuvaihe on kriittisin aika ruven kehittymisen kanalta. Maaperän kuivat olot tuolloin edesauttavat rupilaikkujen syntymistä ja kehitystä (Lapwood & Lewis 1967; Lapwood & Hering 1968; Loria 2001). Rupisten mukuloiden osuus sadosta vaihteli lajikkeittain 26–44 % (Kuva 17), mutta lajikkeiden väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Aurora ja Saturna näyttivät kuitenkin jonkin verran ruvenkestävämmltä kuin Fambo ja Ladoški.

Seittrupea esiintyi sadossa likimain saman verran kuin edellisenä vuonna. Kasvukaudella 2007 keskimäärin 9,2 % ja kasvukaudella 2008 9,5 % sadosta oli seittrupista. Lajikkeiden välillä ei ollut eroja (Kuva 17). Tämä johtuu luultavasti siemenperunan peittauksesta, jolla pystyttiin hallitsemaan siemenperunasta tuleva tartunta ja siten vähentämään versolaikun ankaruutta sekä tasoittamaan lajikkeiden välisiä eroja. Peittauksella ei kuitenkaan voida torjua maasta tulevaa tartuntaa (Ahvenniemi ym. 2006).

Kasvuston rutto-oireita tarkkailtiin elokuun lopulle saakka, mutta ruttoa ei havaittu. Sadoissa oli kuitenkin muutamia rutan pilaamia mukuloita Saturnalla (0,6 %) ja Fambolla (0,2 %). Kasvuston rutto-oireet olivat voineet jäädä huomaamatta tai ne olivat ilmenneet vasta nostoa edeltävänä aikana (19 vrk), jolloin ruttohavaintoja ei enää tehty.



Kuva 17. Terveiden, seittirupisten ja rupisten osuus lajikkeiden sadosta kasvukaudella 2008. Ryhmissä eri kirjaimilla merkittyjen pylväiden keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyystasolla $p < 0,005$.

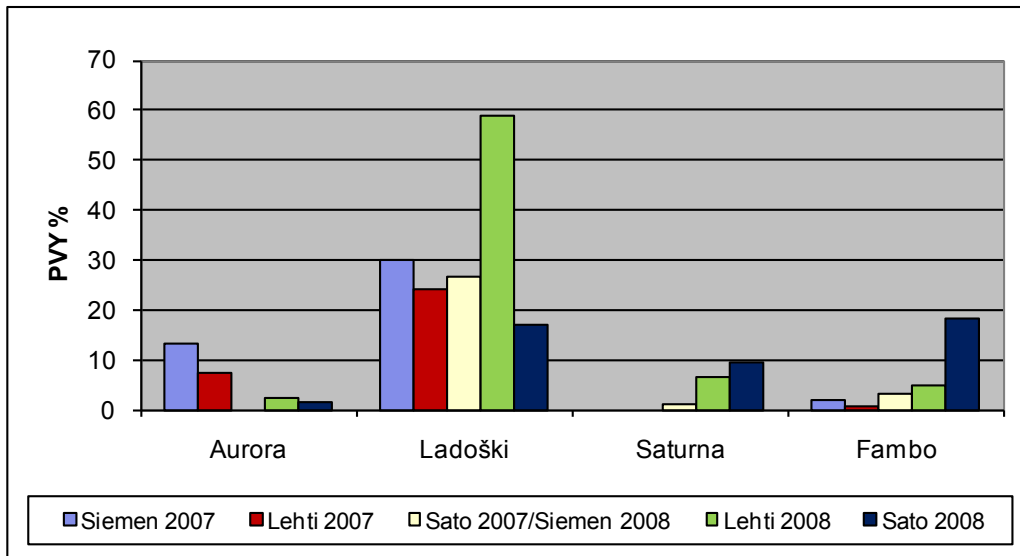
Sadosta testattiin perunan Y-, A-, X-, M-, S-, moptop- ja kierrelehtisyysvirus. Lisäksi määritettiin Y-viruksen rodut. Yleisesti ottaen virusten tartunta sadossa oli lisääntynyt lukuun ottamatta A-, moptop- ja kierrelehtisyysvirusta. Ladoški-lajikkeella 73 %, Auroralla 61 %, Fambolla 24 % ja Saturnalla 17 % sadosta oli vähintäänkin yhden viruksen tartuttama. Kuten edeltävänäkin vuonna yleisimmät virukset olivat PVY ja PVM. Perunan Y-viruksen tartunta lisääntyi toisen kasvukauden aikana etenkin Suomesta peräisin olevissa lajikkeissa (Kuva 18). Perunan M- ja X -virukset kertaantuivat voimakkaasti Ladoškissa (Kuva 19 ja Taulukko 9). Ladoškilla esiintyi runsaasti myös sekainfektioita, sillä 15 % sadosta oli useamman kuin yhden viruksen tartuttama.

Karjalassa aiemmin tehdyssä seurannassa M- ja X -virus olivat yleisimmät virukset alueella viljeltävissä perunalajikkeissa (Kozlov ja Kotova 2005). Perunan M-viruksen esiintyminen venäläisessä siemenperunassa oli kuitenkin yllättävän runsasta ja kertaantumisen nopeaa. Perunan M-virusta ei esiinny enää Suomessa, joskin se oli yleinen suomalaisissa siemenperunaerissä vielä 1970-luvulla (Kurppa 1983). Sitä tavataan edelleenkin maailmanlaajuisesti (Valkonen 2007), mutta se on yleisempi Itä-Euroopassa kuin muualla (Beemster ja de Boks 1987).

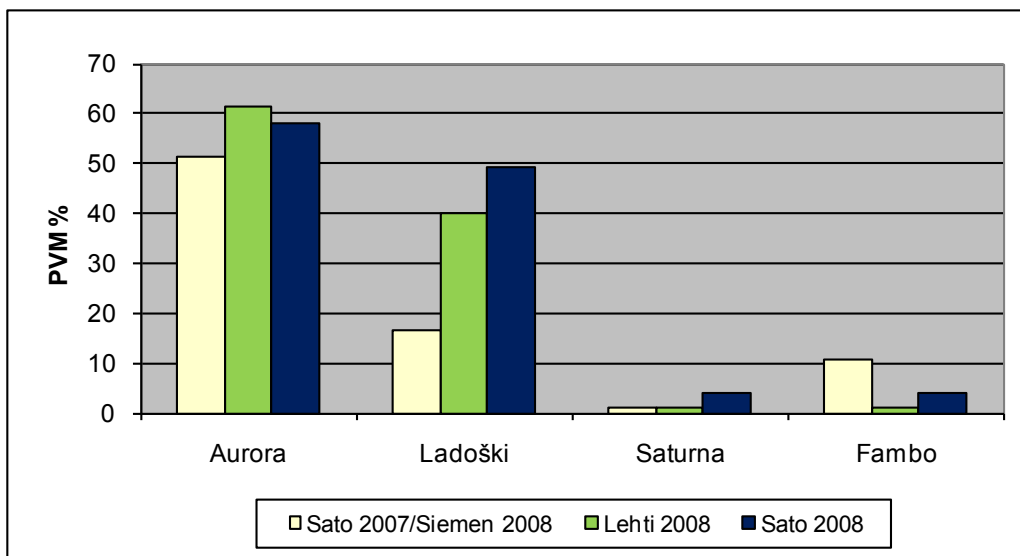
Näissä kokeissa PVM näytti olevan peräisin pääasiassa Auroralajikkeesta, mutta tartunta lisääntyi nopeasti Ladoškissa. Sekä Fambossa että Saturnassa PVM-tartunta pysyi alhaisella tasolla (4 %) kahden kasvukauden jälkeenkin. Kurpan (1983) 1970-luvulla tekemissä tutkimuksissa kaikki testatut lajikkeet olivat alttiita PVM:lle, mutta lajikkeiden välillä oli suuria eroja. Tällöin testatuista lajikkeista voimakkaimmin saastuneita kolmen kasvukauden jälkeen olivat mm. Bintje ja Pito, kun taas Saturna kuului vähiten saastuneisiin.

Perunan Y-viruksen rotu määritettiin 90 %:sta näytteistä. Venäläisten lajikkeiden Y-viruksista 96 % oli O-rotua (Taulukko 10). Suomesta peräisin olevien lajikkeiden Y-viruksista 83 % oli N-rotua. Y-viruksesta esiintyy maailmanlaajuisesti neljä roturyhmää, joista O-rotu (PVY^O) ja N-rotu (PVY^N) ovat yleisimmät. Y-viruksen rotujen osuudet vaihtelevat eri maissa (Weidemann 1988; Sigvald 1987; Kurppa 1983), mutta PVY^N on yleistynyt eri puolilla Eurooppaa (Weidemann 1988; Radcliffe ja Ragsdale 2002). Suomessa PVY^N ja sen NTN-muoto on tullut vallitsevaksi (J. Valkonen, suullinen tieto). Sama muutos on tapahtunut Keski-Euroopassa, USA:ssa ja Japanissa 1990-luvulta lähtien.

Näyttää todennäköiseltä, että näissä kokeissa PVY^O on peräisin venäläisistä lajikkeista ja PVY^N Suomesta tulleista lajikkeista. Kasvustossa Y-virus on ilmeisesti levinnyt hyvin pienellä alueella ja kummankin Y-virusrodun leviäminen on tapahtunut tehokkaimmin lajikkeen sisällä.



Kuva 18. Perunan Y-viruksen kertautuminen kasvustossa kasvukausien 2007 ja 2008 aikana.



Kuva 19. Perunan M-viruksen kertautuminen kasvustossa kasvukausien 2007 ja 2008 aikana.

Taulukko 9. Kasvukauden 2008 sadon virustartunta.

	Näyteko- kpl	PVY %	PVA %	PVM %	PVX %	PVS %	PLRV %	PMTV %
Lajike								
Aurora	200	1.5	0	58.0	0.5	1.0	0	0.5
Ladoški	199	17.1	0	49.2	16.3	6.0	0	0
Saturna	200	9.5	0	4.0	0	3.5	0	1.1
Fambo	199	18.1	0	4.0	0.5	2.5	0	0
Lajikkeen alkuperä								
Suomi	399	13.8	0	4.0	0.3	3.0	0	0.6
Venäjä	399	9.3	0	53.6	8.4	3.5	0	0.3

Taulukko 10. Kasvukauden 2008 satomukuloista eristettyjen Y-virusten rodut.

	Testatut isolaatit kpl	Rodun osuus %	
		PVY ^o	PVY ⁿ
Lajike			
Aurora	2	0	0
Ladoški	30	96	4
Saturna	17	0	100
Fambo	32	25	75
Lajikkeen alkuperä			
Suomi	49	17	83
Venäjä	32	96	4

Kasvukaudella 2008 Ladoškin kasvustonäytteissä Y-virusta oli runsaasti (59 %), kun taas satonäytteissä huomattavasti vähemmän (17 %) (Kuva 16). Tämä voi johtua siitä, että virus ei ole levinnyt tartuntakohdasta mukulaan. Kasvin vanhetessa sen PVY:n kestävyys lisääntyy (engl. mature plant resistance). Perunan Y-viruksen o-rodun siirtyminen mukulaan primääri-infektion jälkeen tapahtuu suhteellisen hitaasti (Sigvald 1985). Sigvaldin (1985) mukaan perunaan on kehittynyt huomattava resistenssi Y-viruksen o-rodulle siihen mennessä, kun vegetatiivinen kasvu päättyy. Tämä resistenssi voi estää viruksen leviämisen mukulaan lähes täysin. Lisäksi on mahdollista, että Ladoški-lajikkessa on resistenssiä PVY:n o-rotua vastaan. Tähän viittaa lehtisuonten nekrotisoituminen kukinnan jälkeen, mitä havaittiin sekä pellolla että kasvihuoneessa kasvaneissa Y-viruksen tartuttamissa kasveissa (Kuva 20).

Virustestausta varten mukuloita idätettiin kasvihuoneessa. Virustestausten lisäksi näistä kasveista havainnoitiin eri virusten oireiden ilmentymistä eri lajikkeilla. Yleisesti ottaen oireet olivat voimakkaimmat Ladoški-lajikkeella. Sillä esiintyi voimakasta keltakirjavuutta ja lehtien kurttuaisuutta. Famolla esiintyi keltakirjavuutta ja kurttuaisuutta ja Saturnalla kuolio-oireita sekä kurttuaisuutta. Auroralla oireet olivat kaikista lievimmät eikä niitä aina esiintynyt ollenkaan. Perunan M-virus aiheutti voimakkaampia oireita kuin Y-virus.

a)



b)



Kuva 20. Lehtisuonten nekroosioireita Ladoški-lajikkeen a) pellolla ja b) kasvihuoneessa kasvaneessa perunassa (Kuvat: Lea Hiltunen).

3.3.4 Suositukset kasvitautien torjuntaan

Näissä kenttäkokeisiin perustuvissa tutkimuksissa perunaseitti ja virustaudit olivat pahimpia ongelmia Karjalan tasavallan perunantuotannossa.

- 1) PERUNASEITTI (*Rhizoctonia solani*)
- 2) Perunaseitti leviää sekä maassa että siemenperunan pinnalla seittirupipahkoina. Siemenperunan välityksellä tapahtuvaa seittitartuntaa voidaan torjua käyttämällä seittiruvetonta siementä ja/tai peittaamalla siemen.
- 3) Maasta tulevan seittitartunnan hallinnassa tärkeätä on viljelykierto. Perunaa tulisi viljellä samalla lohkolla korkeintaan joka kolmas vuosi. Tällöin maan seittitartunta pysyy sen verran vähäisenä, ettei se ole uhka perunasadon määrälle eikä laadulle.
- 4) Viljelyyn tulisi valita mahdollisimman seitinkestävä lajike.
- 5) Seittirupipahkojen muodostuminen satomukuloihin alkaa, kun kasvusto alkaa tuleentua luontaisesti tai kun varsisto hävitetään mekaanisesti tai kemiallisesti. Varsistonhävitys edistää seittirupipahkojen muodostusta. Tämän vuoksi peruna tulisi nostaa kymmenen vuorokauden kuluessa varsiston hävityksestä.
- 6) Orgaanisen lannoituksen käyttö ei ole suotavaa, jos maassa on seittitartuntaa, sillä seittisiemi hyötyy orgaanisen aineksen typestä ja voi lisääntyä voimakkaasti.
- 7) Taimettumista jouduttavat toimenpiteet, kuten siemenen valoidätys, istutus lämpimään maahan ja matalaan penkkiin, lyhentävät seitille altista kasvuvaihetta ja voivat siten vähentää seitin aiheuttamia vaurioita.

PERUNAN VIRUSTAUDIT

Yleisimmät virukset olivat perunan M- ja Y -virus. Nämä virukset leviävät sukupolvesta (kasvukaudesta) toiseen siemenperunan välityksellä ja kasvustossa kasvusta toiseen kirvojen välityksellä. Virukset kertautuvat kasvustossa, ts. käytettäessä viroottista siemenperunaa virustartunnan saaneiden kasviyksilöiden määrä voi lisääntyä kasvustossa hyvinkin nopeasti, virusta siirtämään kykeneviä kirvalajeja esiintyy runsaasti. Virustautien torjunnassa tulisi huomioida seuraavat seikat:

- 1) Viruksia ei voi torjua kemiallisilla torjunta-aineruisutuksilla.
- 2) Viljelijän tärkein torjuntatoimenpide on puhtaan, virusvapaan siemenperunan käyttö ja siemenperunan uusiminen mahdollisimman usein.
- 3) Perunalajikkeet voidaan puhdistaa laboratoriossa M- ja Y -viruksesta sekä useimmista muista viruksista lämpökäsittelyn ja meristeemiviljelyn avulla.

- 4) Jäteperunat ja pellolle jääneet edellisen vuoden jääntiperunat tulisi hävittää tai poistaa perunapelloilta ja niiden läheisyydestä, jotta ne eivät toimi virusten tartuntalähteinä.
- 5) Viljelyyn tulisi valita mahdollisimman viruksenkestäviä lajikkeita.
- 6) Siemenperunan viljely tulisi pitää erillään muusta perunasta.
- 7) Viroottiset kasvit toimivat pellolla viruksen tartuntalähteinä. Viroottisten kasvien poisto siemenperunaviljelyksillä kannattaa, mutta se on tehokas keino vain silloin, kun viroottisia kasveja on suhteellisen vähän.

PERUNARUTTO (*Phytophthora infestans*)

Näissä kokeissa käytettiin kemiallista rutontorjuntaa, joten perunarutosta ei ollut ongelmaa.

Perunaruton riskiä ja kemiallisen torjunnan tarvetta voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä:

- 1) Käytetään tervettä, rutotonta siemenperunaa.
- 2) Tartuntalähteet tulisi minimoida mm. hävittämällä jäteperunat sekä poistamalla pellolle jääneet edellisen vuoden jääntiperunat.
- 3) Valitaan viljelyyn mahdollisimman rutonkestävä lajike.
- 4) Käytetään viljelykiertoa ja vältetään viljelyä lohkoilla, joilla on esiintynyt runsaasti perunaruttoa viimeisen neljän vuoden aikana.
- 5) Kasvupaikaksi valitaan avoin ja tuulinen paikka. Lisäksi käytetään suurta riviväliä, jotta kasvusto pysyy ilmavana.
- 6) Pidetään kasvulohkojen peruskunto ja ojitus hyvänä, sillä rutto alkaa usein märkyyden vaivaamista pellon osista.
- 7) Edesautetaan peltoon jääneiden mukuloiden paleltumista myöhästyttämällä kyntöä tai kevätkynnöllä.
- 8) Käytetään suurta penkkiä, joka suojaa mukuloita valolta ja sadeveden valuttamilta ruttoitioilta.
- 9) Jos perunakasvustossa on noston kynnyksellä ruttoa, hävitetään varsisto kemiallisesti tai mekaaniskemiallisesti, nostetaan perunat kuivalla säällä ja kuivataan sato huolellisesti ennen varastointia.

Kemiallista torjuntaa käytettäessä on muistettava, että torjuntaruiskutukset aloitetaan ennen kuin ruttolaikkuja on kasvustossa, viimeistään ennen kasvuston umpeutumista. Ruttosuoja pidetään yllä nostoon saakka. Jos samalla paikalla on viljelty perunaa viimeisen neljän vuoden aikana, on olemassa vaara, että rutto lähtee liikkeelle maassa säilyneistä taudinaiheuttajan munaitiöistä. Tällöin torjuntaruiskutukset tulisi aloittaa heti ensimmäisen taimettumisen jälkeisen sadejakson jälkeen. Ruttoruiskutukset uusitaan 7–10 vrk:n välein. Torjunta-aineet valitaan niin, että kasvukauden alkupuolella perunan nopean kasvun aikana käytetään (systeemisiä/translaminaarisia) valmisteita, jotka liikkuvat kasvissa ja suojaavat myös ruiskutuksen jälkeen kasvanutta kasvustoa. Kasvun hidastuttua käytetään kosketusvaikutteisia valmisteita. Torjunta-aineiden käytössä on huomioitava rajoitukset ruiskutuskertojen määrissä ja varoajoissa.

Ohjeistusten laadinnassa käytetyt lähteet:

- Ahvenniemi, P., Wilson, P., Lehtonen, M. & Valkonen, J. 2006. Perunaseitin torjuntaohjeet. Tuottava Peruna 4/2006 Liite. ISBN 952-10-3406-8.
- Hannukkala, A., Lehtinen, A., Kurppa, A., Ahvenniemi, P. & Valkonen, J. 2005. Peruna. Kasvitaudit. Teoksessa: Mäki-Valkama T (toim.). Ajankohtaisia kasvinuojeluohjeita. Kasvinuojeluseura ry:n julkaisuja n:o 100. Karisto Oy, Hämeenlinna. p. 85 - 110.
- Radcliffe, E.B. & Lagnaoui, A. 2007. Insect pests in potato. Teoksessa: Vreugdenhil D (toim.) Potato biotechnology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. p. 543 - 567.
- Rahkonen, A. & Hannukkala, A. 2008. Ajankohtaista perunan kasvinuojelusta. Perunantutkimuslaitoksen julkaisu 4/2008. ISSN 0787-7323.
- Valkonen, J.P.T. 2007. Viruses: Economical losses and biotechnological potential. Teoksessa: Vreugdenhil D (toim.) Potato biotechnology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. p. 619-641.

3.4 Suomalaisen peruna-alan tietotaidon siirtäminen venäläisille asiantuntijoille

Karjalan tasavallassa ja Suomessa tehtävän perunanviljelyn käytännöissä on huomattavia eroja, ja hankkeen yhtenä keskeisenä tavoitteena oli suomalaisen peruna-alan tietotaidon ja osaamisen siirtäminen Venäjän Karjalaan. Yhtenä lähtökohtana oli toteuttaa kenttäkokeet venäläisellä koekentällä mahdollisimman samalla tavalla, kuin ne toteutettaisiin Suomessa, mikä osoittautui haasteelliseksi. Monet tähän liittyvät käytännöt eivät olleet välttämättä tuttuja venäläisille kumppaneille, tai eivät ainakaan käytössä tavallisilla maataloilla tai yliopiston koetiloilla. Tämä edellyttikin sitä, että hankkeessa mukana olevia perunatilan viljelijöitä ja valtion yliopiston tutkijoita perehdytettiin suomalaisen perunanviljelyn käytäntöihin ja kenttäkokeiden toteutukseen liittyviin seikkoihin. Osa ohjeistuksesta annettiin kirjallisesti ennen kenttäkokeita tai sen aikana, mutta venäläisille partnereille järjestettiin myös kaksi viikonmittaista koulutus- ja tutustumismatkaa Oulun seudulle.

Paikallisilla viljelijöillä oli runsaasti käytännön kokemusta perunanviljelystä, olivathan he toimineet alalla jo noin 15 vuoden ajan. He olivat osallistuneet aiemmin myös lukuisiin yhteistyöhankkeisiin suomalaisten toimijoiden kanssa, ja heidän käyttämänsä laitteet olivat muihin paikallisiin tiloihin verrattuna ajanmukaisia ja toimintaa vastaavia. Toiminnassa oli kuitenkin selkeitä ongelmakohtia. Esimerkiksi ennen istutusta ei selvitetty maan ja lannoitteen ravinnearvoja, vaan päätös käytettävästä kompostilannoituksen määrästä tehtiin vuosien varrella kertyneen kokemuksen perusteella. Tilalla yleisimmin esiintyvät kasvitaudit olivat tiedossa, ja niitä yritettiin torjua jossain määrin, mutta siinä ei kuitenkaan aina onnistuttu. Tämä johtui osittain tauteja koskevan tietotaidon, osittain resurssien puutteesta. Vaikka ratkaisu esimerkiksi tautiongelmiaan olisikin ollut tiedossa, torjunta-aineisiin ei ehkä ollut tarpeeksi rahaa käytettävissä eikä tehokkaimpia torjunta-aineita ollut helposti saatavilla. Kenttäkokeiden yhteydessä keskusteltiin avoimesti viljelijöiden kanssa ja neuvottiin heitä, kuinka he voisivat toimia paremmin tautien torjumiseksi ja näin parantaa satoaan niin laadullisesti kuin määrällisestikin. Viljelijöitä pyrittiin ohjeistamaan myös oikeaoppisen lannoituksen käytössä ja heille kerrottiin, miten tällä voitiin vaikuttaa edellä mainittuihin tekijöihin.

Petroskoin valtionyliopiston maataloustieteellisessä tiedekunnassa on vuosikymmenien ajan tehty perunaan ja varsinkin perunatauteihin liittyvää tutkimusta. Paikallisten ja suomalaisten tutkimuskäytännöt kenttäkokeiden suhteen erosivat kuitenkin toisistaan. Käytänteitä yhtenäistettiin toimittamalla tutkijoille kirjallista materiaalia kasvitautien ja kehitysvaiheiden havaintojen tekoa ja näytteiden ottoa varten. Jotta kenttäkoe kokonaisuutenaan olisi onnistunut suunnitelmien mukaan, suomalaiset asiantuntijat osallistuivat yhdessä paikallisten kanssa kenttäkokeen istutuksen ja nostoon. Joitakin tautihavaintoja tehtiin yhdessä, sillä suomalaisten asiantuntijat vierailivat tilalla kerran kasvukauden aikana. Muutoin kasvukauden aikaisista havainnoista vastasivat petroskoilaiset tutkijat.

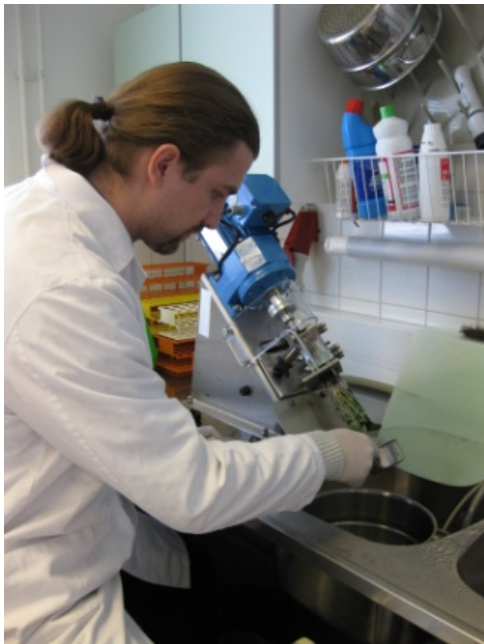
Paikan päällä annetun neuvonnan lisäksi ensimmäisen kenttäkokeen toteutuksen jälkeen järjestettiin kolmelle yliopiston tutkijalle ja viljelijälle vajaan viikonmittainen koulutus- ja tutustumiskäynti Oulun seudulle. Tähän MTT:n Ruukin tutkimusasemalla helmikuussa 2008 järjestettyyn koulutukseen sisältyi aseman laboratorioiden esittelyn lisäksi demonstraatiot virusanalyysistä ja perunan ulkoisen laadun määrittämisestä. Vierailun aikana käsiteltiin myös kenttäkokeen tuloksia ja pohdittiin tuloksiin vaikuttaneita tekijöitä, sekä suunniteltiin tulevan kesän kenttäkokeen toteutusta. Vieraat tutustuivat myös Suomen Siemenperunakeskuksen toimintaan Tyrnävällä, perunan varastointiin Markku Rahkon tilalla Tyrnävällä sekä maa- ja kasvinäytteiden ravinneanalyysijä tekevän Suomen Ympäristöpalvelun laboratorioihin Oulussa.

Maaliskuussa 2009 järjestettiin petroskoilaisille toinen viikonmittainen matka Ouluun. Vierailun aikana käsiteltiin edellisen kasvukauden kenttäkokeen tuloksia ja hankkeen tuloksia laajemminkin, mutta myös viljelytekniikkaa: ProAgrian edustajat kertoivat esimerkiksi miten WISU-viljelysuunnitteluohjelmaa käytetään perunantuotannossa Suomessa. Koska Suomen Siemenperunakeskuksessa oli syksyllä aloitettu venäläisten lajikkeiden puhdistus- ja kasvatusta mikrotaimiksi, joista oli tarkoitus muodostaa Petroskoin valtion yliopistoon perussiemenpankki, olivat siemenpankkiin liittyvät asiat keskeisesti esillä myös koulutuksessa. Petroskoista saapui neljä tutkijaa yliopistolta, joista kahdelle järjestettiin siemenpankkiin liittyvää koulutusta Suomen siemenperunakeskuksessa. Kahden päivän kuluessa käytiin pääpiirteissään läpi siemenpankkiin liittyvät asiat ja tutkijat pääsivät tekemään itse myös erilaisia toimenpiteitä laboratorioissa.

Edellisvuoden koulutusmatkalle osallistuneille kahdelle tutkijalle ja viljelijälle järjestettiin oma ohjelma MTT Ruukin perunalaboratoriossa. Siinä keskityttiin ELISA-testiin perustuvaan virusanalyysiin, jonka eri vaiheet käytiin läpi kahden päivän aikana. Myös täällä vieraat pääsivät tekemään itse virusanalyysyjä ja kokeilemaan käytettyjä menetelmiä ja kartuttamaan omaa osaamistaan (Kuva 21).

Hankkeen päätteeksi järjestettiin huhtikuussa 2009 Karjalan tasavallan maatalousministeriössä Petroskoissa hankkeen loppuseminaari. Seminaariin osallistui Karjalan tasavallan maatalousviranomaisia, Petroskoin valtionyliopiston tutkijoita ja paikallisia viljelijöitä, joille kerrottiin hankkeen tuloksista ja niistä toimenpiteistä, joilla perunanviljelyä voidaan tehostaa alueella.

Vaikka varsinaiset koulutustilaisuudet muodostivat hyvin lyhyen ajanjakson koko hankkeen kokonaiskestosta, kyettiin suomalaista perunanviljelyyn ja tauteihin liittyvää tietotaitoa siirtämään runsaasti Venäjän Karjalaan. Tästä hyötyivät niin mukana ollut perunatila kuin yliopistokin, johon perustettiin perussiemänpankki. Mukana olleiden venäläisten tutkijoiden tietämys Suomessa toteutetusta perunanviljelystä lisääntyi, ja myös Karjalan perunatautilanteesta saatiin runsaasti lisätietoa. Kenttäkokeiden ja koulutuksissa esillä olleiden asioiden kautta heidän osaamisensa koheni oleellisesti, mitä ei olisi voitu saavuttaa ilman tätä hanketta.



Kuva 21. Hankkeen venäläiset toimijat tekemässä ELISA-testiä MTT Ruukin perunalaboratoriossa maaliskuussa 2009. Kuvat: Lea Hiltunen

4 Yhteenveto

Perunateknologian kehittäminen Karjalan tasavallassa –hanke toteutti kasvukausina 2007 ja 2008 Karjalan tasavallassa sijaitsevalla tilalla kenttäkokeita, joissa testattiin kahden suomalaisen (Saturna ja Fambo) ja kahden venäläisen (Aurora ja Ladoški) lajikkeen taudinkestävyys- ja tuotantominaisuuksia paikallisissa olosuhteissa. Kokeissa selvitettiin lisäksi Karjalan tuotanto-oloissa yleisesti käytössä olevan orgaanisen lannoitteen käyttökelpoisuutta perunantuotannossa verrattuna synteettiseen lannoitukseen.

Ensimmäisen koevuoden perunasadoissa oli suuria eroja lajikkeiden välillä, mikä johtunee siemenperunoiden erilaisesta taustasta ja etenkin venäläisten lajikkeiden kasvustoissa runsaina esiintyneistä kasvitaudeista. Fambo tuotti kumpanakin vuonna suurimman sadon (31 t/ha vuonna 2007 ja 36 t/ha vuonna 2008) muihin lajikkeisiin verrattuna (19 t/ha vuonna 2007 ja 31 t/ha vuonna 2008). Fambon suurta satoa selittää sen aikaisuus. Lannoitus ei vaikuttanut perunan satoon eikä kasvuston tai sadon tautisuuteen. Näiden tulosten perusteella näyttäisikin siltä, että orgaaninen lannoite eli komposti soveltuu hyvin perunan lannoitukseen Karjalan tasavallan tuotanto-oloissa, etenkin jos käyttömäärän ja täydennyslannoituksen tarve määritetään ravinneanalyysin perusteella.

Kenttäkokeiden kasvustoista ja sadoista tehdyt tautihavainnot ja analyysitulokset koottiin tautirekisteriksi, joka antaa runsaasti lisätietoa Karjalan tasavallan perunatautilanteesta. Eniten kasvusto-oireita, sadon alennuksia ja laatuvioituksia kasvukausina 2007 ja 2008 aiheuttivat perunaseitti ja virustaudit. Perunarutto ei sen sijaan ollut ongelma, sillä kasvustot ruiskutettiin useampaan kertaan kummankin kasvukauden aikana. Ensimmäisenä koevuonna kaikilla lajikkeilla esiintyi perunaseitin aiheuttamaa kasvusto-oiretta, versolaikkua, mutta venäläisillä lajikkeilla huomattavasti enemmän kuin suomalaisilla. Venäläisillä lajikkeilla tartunta oli lähtöisin sekä siemenperunasta että maasta, kun taas suomalaisilla se oli peräisin maasta. Siemenperunan peittäminen toisena koevuonna vähensi tehokkaasti perunaseitin ankaruutta ja tasoitti siten myös lajikkeiden välisiä eroja.

Kasvuston ja sadon virustestauksissa havaittiin useita eri viruksia. Yleisimpiä olivat perunan M- ja Y-virukset, mutta niiden lisäksi esiintyi myös X- ja S-virusta. Eri virusten esiintyminen vaihteli lajikkeittain. Auroralla esiintyi runsaasti M-virusta ja Ladoškilla M-viruksen lisäksi Y-virusta.

Kokeisiin valituista venäläisistä lajikkeista Aurorasta ja Ladoškista tuotettiin tautivapaita mikrotaimia lämpökäsittelyn, meristeemiviljelyn ja mikrolisäyksen avulla. Hankkeen loppuvaiheessa mikrolisäty aineisto luovutettiin Petroskoin valtionyliopistoon perustettuun perussiemänpankkiin kantasiemenaineistoksi. Perussiemänpankin ylläpitoa varten Petroskoin valtionyliopiston tutkijoille järjestettiin mikrolisäyskoulutusta Suomen siemenperunakeskus Oy:ssä sekä MTT Ruukin perunalaboratoriossa.

Koko hankkeen keston ajan suomalaista perunanviljelyyn ja tauteihin liittyvää tietoutta siirrettiin venäläisille viljelijöille ja asiantuntijoille. Tiedonsiirto toteutettiin paikan päällä tapahtuneina keskusteluina ja neuvontana sekä Suomessa järjestettyinä tutustumis- ja koulutusjaksoina.

5 Kirjallisuus

Afonin, A. N., Greene, S. L., Dzyubenko, N. I. & Frolov, A. N. (toim.). 2008. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds. Viitattu: 8.12.2009. Saatavissa internetistä: <http://www.agroatlas.ru>.

Ahvenainen, R., Ahvenniemi, P., Kangas, A., Kari, M., Kuisma, P., Markus, A., Partanen, E., Rahkonen, A., Rautio, E., Sillanpää, A. & Virtanen, A. 2001. Laatuvaatimukset. Teoksessa: A. Virtanen, H. Teräväinen (toim.), Laatuperunan tuotanto. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 973: Tieto tuottamaan 95: 20-41.

Ahvenniemi, P., Wilson, P., Lehtonen, M. & Valkonen, J. 2006. Perunaseitin etiologia ja tehostettu torjunta. 50 p. Loppuraportti. ISBN 952-10-3515-3.

Anisimov, B. V., Uskov, A. I., Varitsev, Y. A. & Yurlova, S. M. 2007. Seed potato in Russia: production, market and quality system development. Teoksessa: Haverkort, A. J. & Anisimov, B.V. (toim.) Potato production and innovative technologies. pp. 149 - 159. Proceedings Potato Russia International Conference, Moscow August 21-22, 2007. Wakening, the Netherlands, Wakening Academic Publishers, 422 pp.

Anon. 2006. Борьба с болезнями и вредителями картофеля (Prevention of potato diseases and pests). Kartoffel'-i-Ovoshchi 2006 (3 Suppl): 60 - 64.

Beemster, A. B. R. & de Boks, J. A. 1987. Survey of properties and symptoms. Teoksessa: de Boks, J.A. & van der Want, J.P.H. (toim.) Viruses of potato and seed potato production. Pudoc, Wageningen, s. 84-113.

Clark, M. F. & Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology 34: 475-483.

Degefu, Y., Jokela, S., Joki-Tokola, E. & Virtanen, E. 2006. DNA based detection of blackleg and soft rot disease causing *Erwinia* strains in seed potatoes. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.) Maataloustieteen Päivät 2006, 11.-12.1.2006 Viikki, Helsinki. Suomen maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 21: 6 p.

Dijst, G. 1985. Investigations on the effect of haulm destruction and additional root cutting on black scurf on potato tubers. Netherland Journal of Plant Pathology 91:153 - 162.

Engblom, S., Hannukkala, A., Hoppula, R., Kuisma, P., Mustonen, L., Partanen, E., Peltonen S., Rahkonen, A., Saarela, I. & Virtanen, A. 2001. Laatuperunan tuotantomenetelmät. Teoksessa: A. Virtanen, H. Teräväinen (toim.), Laatuperunan tuotanto. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 973: Tieto tuottamaan 95: 47-85.

FAO 2008. International year of the potato 2008. Viitattu: 11.6.2009. Saatavissa internetistä: <http://www.potato2008.org/en/world/index.html>

- FAO** 2009. FAOSTAT, Database of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Viitattu: 24.11.2009. Saatavissa internetistä: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>.
- Goodfellow, K. & Evdokimova, K.** 2007. Russian Federation agricultural situation potato update 2007. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report Number: RS7326. Viitattu: 11.6.2009. Saatavissa internetistä: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200710/146292744.pdf>
- Hack, H., Gall, H., Klemke, Th., Klose, R., Meier, U., R. Strauß, R. & Witzemberger, A.** 1993. Phänologische Entwicklungsstadien der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.). Deutscher Pflanzenschutzdienst 45: 11–19.
- Järvi, A., Mattila, I., Mäkelä, L., Rahkonen, A., Salo, Y., Vuorinen, M., Öfversten, J. & Kangas, A.** 1998. Virallisten lajikekokeiden suoritusohjeet. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja B 14: 71 p.
- Kangas, A., Laine, A., Niskanen, M., Salo, Y., Vuorinen, M., Jauhiainen, L. & Nikander, H.** 2005. Virallisten lajikekokeiden tulokset 1997-2004. MTT:n selvityksiä 83.
- Koslov, V.I. & Kotova, Z.P.** 2005. Семеноводство картофеля в Карелии (Potato seed growing in the Republic of Karelia). Kartoffel'-i-Ovoshchi 2005(7):27 - 28.
- Kurppa, A.** 1983. Potato viruses in Finland and their identification. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland 55:183 - 300.
- Lapwood, D. H. & Hering, T. F.** 1968. Infection of potato tubers by common scab (*Streptomyces scabies*) during brief periods when soil is drying. European Potato Journal 11:177 - 187.
- Lapwood, D. H. & Lewis, B. G.** 1967. Observations on the timing of irrigation and the incidence of potato common scab (*Streptomyces scabies*). Plant Pathology 16:131 - 135.
- Loria, R.** 2001. Common scab. Teoksessa: Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. & Weingartner, D.P. (toim.) *Compendium of Potato Diseases* 2. painos. The American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, USA. p. 14 - 15.
- Murashige, T. & Skoog, F.** 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15:473.
- Pogoda i Klimat** 2009. Климатический монитор. Погода в Петрозаводске. Viitattu: 18.8.2009. Saatavissa internetistä: <http://pogoda.ru.net/monitor.php?id=22820>
- Radcliffe, E. B. & Ragsdale, D. W.** 2002. Aphid-transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. American Journal of Potato Research 79:353 - 386.
- Rahkonen, A. & Kangas, A.** 2001. Tärkkelysperuna Saturna pitää pintansa. Koetoiminta ja käytäntö 58, 1: 14.
- Russian Federal State Statistics** 2006. Viitattu: 11.6.2009. Saatavissa internetistä: http://www.gks.ru/bgd/regl/B07_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/

Simakov, J. A. & Anisimov, B. V. 2006. Приоритеты развития селекции и семеноводства картофеля (Perunan jalostuksen ja siemenperunan tuotannon prioriteetteja). Kartoffel' i Ovoshchi 2006/8: 4-5.

Sigvald, R. 1985. Mature-plant resistance of potato plants against potato virus Y^O (PVY^O). Potato Research 28:135 - 143.

Sigvald, R. 1987. Aphid migration and the importance of some aphid species as vectors of potato virus Y^O (PVY^O) in Sweden. Potato Research 30:267 - 283.

Tike 2008. Maataloustilastotiedote 1/2008. Helsinki 2008. 25 s.




Valkonen, J. P. T. 2007. Viruses: Economical losses and biotechnological potential. Teoksessa: Vreugdenhil, D. (toim.) Potato biotechnology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, s. 619 - 641.

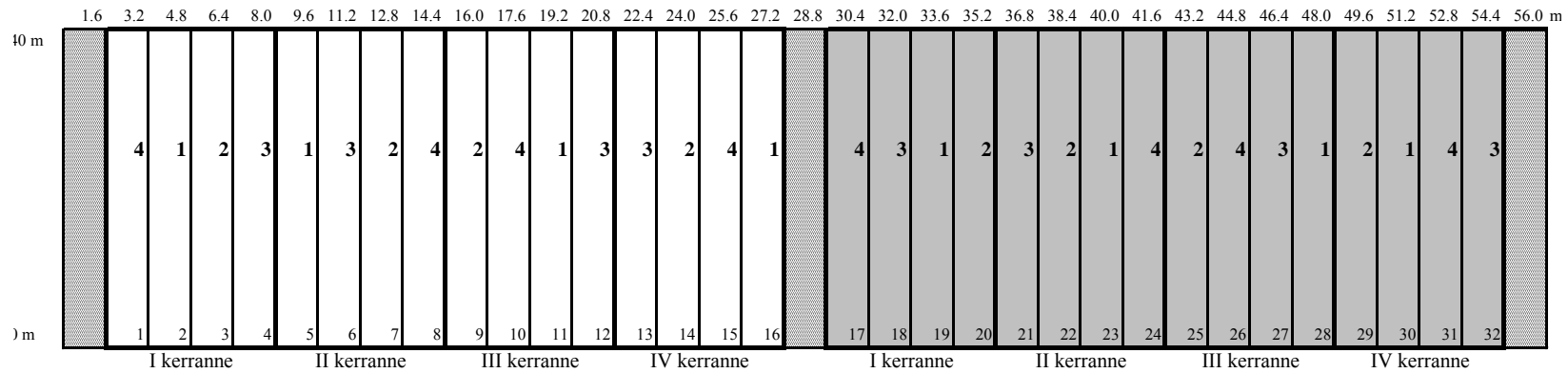
Weidemann, H. L. 1988. Importance and control of potato virus Y^N (PVY^N) in seed potato production. Potato Research 21:85 - 94.

Kenttäkoekartta 2007

Lajikkeet: 1 Aurora
 2 Saturna 0986-604182
 3 Fambo 0986-629313
 4 Ladoski

Riviväli: 0.8 m
 Istutusväli: 0.28 m
 Ruutu: 40 m x 1.6 m (2 penkkiä)
 Kokeen ala: 40 m x 56.0 m = 2240 m² = 0.224 ha

-  suojaruutu
-  synteettinen lannoitus
-  orgaaninen lannoitus



LIITE 2

Kenttäkoekartta 2008

Lajikkeet: 1 Aurora
 2 Saturna
 3 Fambo
 4 Ladoski

Siemenperuna: viime vuoden kokeen sato


Suojat: ylimääräinen siemenperuna

Riviväli: 0.8 m


Istutusväli: 0.28 m

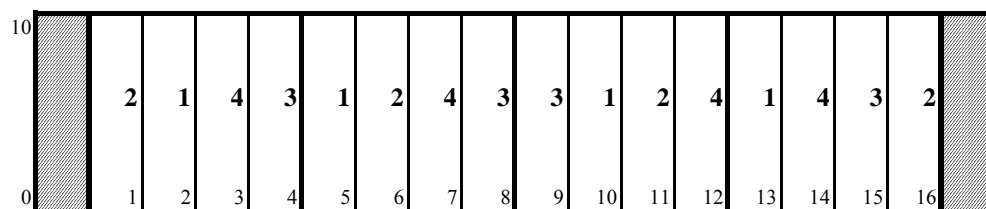
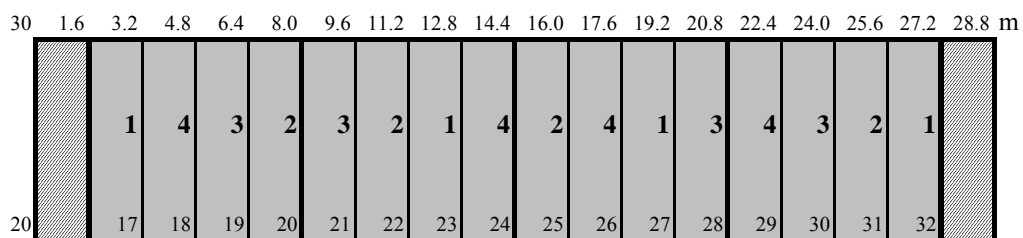
Ruutu: 10 m x 1.6 m (2 penkkiä)

Kokeen ala: 30 m x 28.8 m = 864 m² = 0.0864 ha

 suojaruutu

 synteettinen lannoitus

 orgaaninen lannoitus



LIITE 3

Taulukko 1. Ravinteiden määrittäminen kasvinäytteistä Suomen Ympäristöpalvelu Oy:n (2007) antaman tiedon mukaan. Määrittäystä varten kuivattu kasvinäyte tuhkitetaan ja liuotetaan suolahappoon.

Parametri	Menetelmä	Laite
Ca, K, Mg, Cu, Mn, Zn, Na, Fe	FAAS	Perkin Elmer, Aanalyst 100 Perkin Elmer, Aanalyst 700
P	Molybdeenisini -menetelmä	Foss Tecator, FIA-STAR 5000
B	Atsometiini-H	Spectronic Genesys 5
N	Kjeldahl	Foss Teactor, Kjeltec 2300

Taulukko 2. Ravinteiden määrittäminen maanäytteiden uuttoluoksista Suomen Ympäristöpalvelu Oy:n (2007) antaman tiedon mukaan. Kalium, kalsium, magnesium, natrium, rikki ja helppoliukoinen fosfori uutetaan happamalla ammoniumasetaatilla. Kupari, sinkki ja mangaani uutetaan happamalla ammoniumasetaatti/EDTA -liuoksella. Boori eristetään kuumavesiuutolla. Liukoinen typpi uutetaan KCl-liuoksella.

Parametri	Menetelmä	Laite
Ca, K, Mg, Cu, Mn, Zn, Na	FAAS	Perkin Elmer, Aanalyst 100 Perkin Elmer, Aanalyst 700
P	Molybdeenisini -menetelmä	Foss Tecator, FIA-STAR 5000
S	ICP-OES	Alihankinta, Oulun Yliopisto
B	Atsometiini-H	Spectronic Genesys 5
Liuk. N	Kjeldahl	Foss Teactor, Kjeltec 2300

LIITE 4

Kasvustosta tehdyt havainnot. Kasvuastehavainnot ovat venäläisten tutkijoiden tekemiä lukuun ottamatta (SU)-tekstillä merkittyjä.

2007												
	Havaintojen	Yksilöt	Kasvuston kehitys kasvuasteina					Kasvuston	Kitu-	Vieraat	Peittävyys	Lehti-
	lukumäärä	(kpl/ruutu)	12.7.	24.7. (SU)	28.7.	2.8.	13.8.	korkeus (cm)	kasvuiset (kpl/ruutu)	lajikkeet (kpl/ruutu)	%	vihreä- luku
Lannoite												
synteettinen	16	195	17	67	56	67	75	50	5.8	0.4	70	40
orgaaninen	16	204	16	67	56	67	74	53	4.5	0.2	73	39
Lajike												
Aurora	8	200	12	66	54	73	78	45	10.5	0.5	60	38
Saturna	8	211	20	68	55	68	77	59	1.0	0.0	83	40
Fambo	8	208	21	68	54	63	75	55	4.0	0.4	83	41
Ladoški	8	181	12	66	61	63	68	47	5.1	0.3	61	39
Lajikkeen alkuperä												
suomalainen	16	209	21	68	55	66	76	57	2.5	0.2	83	41
venäläinen	16	190	12	66	57	68	73	46	7.8	0.4	60	39
2008												
	Havaintojen	Yksilöt	Kasvuston kehitys kasvuasteina						Kasvuston	Mangaanin		
	lukumäärä	(kpl/ruutu)	2.7.	16.7.	21.7. (SU)	30.7.	14.8.	27.8.	15.9. (SU)	korkeus (cm)	puutos- oireet	
Lannoite												
synteettinen	16	58	20	52	60	61	70	85	87	46	6.6	
orgaaninen	16	56	21	52	59	60	70	85	88	49	11.6	
Lajike												
Aurora	8	58	20	52	58	60	71	86	87	39	0.0	
Saturna	8	56	21	51	59	60	71	86	87	49	5.9	
Fambo	8	53	21	52	59	61	69	85	88	52	17.8	
Ladoški	8	59	20	52	61	61	70	85	87	48	12.6	
Lajikkeen alkuperä												
suomalainen	16	55	21	52	59	60	70	85	87	51	11.8	
venäläinen	16	59	20	52	60	60	70	85	87	44	6.3	

LIITE 5

Versolaikkuhavainnot 24.7.2007 ja 22.7.2008, kasvustosta tehdyt muut tautihavainnot ja satotulokset.

2007										
	Havaintojen lukumäärä	Versot kpl/kasvi	Versolaikku- indeksi	Terveet versot %	Mukulakoko mm 24.7.	24.7.	Perunarutto			Sato t/ha
							2.8.	13.8.	23.8.	
Lannoite										
synteettinen	16	3.3	1.5	14	20	0.8	0.8	0.8	2.5	21
orgaaninen	16	3.1	1.4	10	21	0.0	0.0	0.0	1.1	23
Lajike										
Aurora	8	2.9	1.6	2	20	0.0	0.0	0.0	0.3	18
Saturna	8	4.5	1.1	27	19	0.0	0.0	0.0	0.2	22
Fambo	8	3.4	1.5	12	24	0.9	0.9	0.9	5.6	31
Ladoški	8	2.1	1.6	9	20	0.6	0.6	0.7	1.1	17
Lajikkeen alkuperä										
suomalainen	16	3.9	1.3	19	21	0.4	0.4	0.5	2.9	26
venäläinen	16	2.5	1.6	5	20	0.3	0.3	0.3	0.7	17
2008										
	Havaintojen lukumäärä	Versot kpl/kasvi	Versolaikku- indeksi	Terveet versot %		Tyvimätä %				Sato t/ha
						22.7.	15.9.			
Lannoite										
synteettinen	16	4.0	1.2	5.4		0.0	0.1			32
orgaaninen	16	4.6	1.1	2.3		0.1	0.1			32
Lajike										
Aurora	8	5.0	1.2	4.8		0.0	0.0			32
Saturna	8	4.7	1.0	6.9		0.0	0.0			30
Fambo	8	4.7	1.2	0.9		0.0	0.1			36
Ladoški	8	2.9	1.2	2.8		0.1	0.1			30
Lajikkeen alkuperä										
suomalainen	16	4.7	1.1	3.9		0.0	0.1			33
venäläinen	16	3.9	1.2	3.8		0.1	0.1			31

LIITE 6

Sadon ulkoisessa laadussa havaittujen vioitusten sekä terveiden mukuloiden osuus sadosta painoprosentteina.

2007															
	Ter- veet	Rupi > 10 %	Mukula- rutto	Muut sieni- taudit	Bakteeri- mädät	Peruna- seitti > 10 %	Mekaaniset pinta- viat	malto- viat	Neste- jännitys- halkeamat	Korkkeu- tuneet halkeamat	Ontot, keskeltä ruskeat	Epä- muotoiset	Mallon väri- virheet	Viher- tynneet	Muut vioitukset
Lannoite															
synteettinen	52	1.4	0.6	0.1	0	14	16	0	0	0.1	1.4	14	0.0	0.1	0.0
orgaaninen	45	0.2	1.9	0.3	0	5	20	0	0	0.1	3.6	22	0.4	0.1	0.5
Lajike															
Aurora	53	0.2	0.0	0.1	0	8	22	0	0	0.1	0.0	15	0.0	0.0	1.0
Saturna	38	0.6	0.3	0.0	0	3	15	0	0	0.2	7.3	35	0.4	0.0	0.0
Fambo	64	1.8	2.7	0.4	0	11	14	0	0	0.0	0.6	5	0.0	0.3	0.0
Ladoški	40	0.7	2.1	0.2	0	16	19	0	0	0.2	1.9	18	0.4	0.3	0.0
Lajikkeen alkuperä															
suomalainen	51	1.2	1.5	0.2	0	7	15	0	0	0.1	4.0	20	0.2	0.1	0.0
venäläinen	46	0.5	1.0	0.2	0	12	21	0	0	0.1	1.0	17	0.2	0.1	0.5
2008															
	Ter- veet	Rupi > 10 %	Mukula- rutto	Muut sieni- taudit	Bakteeri- mädät	Peruna- seitti > 10 %	Mekaaniset pinta- viat	malto- viat	Neste- jännitys- halkeamat	Korkkeu- tuneet halkeamat	Ontot, keskeltä ruskeat	Epä- muotoiset	Mallon väri- virheet	Viher- tynneet	Muut vioitukset
Lannoite															
synteettinen	39	30	0.3	0	0	9	7	0.2	1.0	5.9	0	1.5	4.2	1.4	0.0
orgaaninen	33	38	0.1	0	0	10	7	2.4	0.0	3.7	0	2.1	1.3	1.9	0.1
Lajike															
Aurora	52	26	0.0	0	0	9	6	0.3	0.1	5.2	0	0.9	0.0	0.4	0.1
Saturna	38	29	0.6	0	0	11	7	0.3	0.0	3.0	0	1.2	9.5	1.2	0.0
Fambo	29	36	0.2	0	0	11	6	4.4	0.4	5.4	0	3.3	0.2	3.4	0.0
Ladoški	23	44	0.0	0	0	8	11	0.3	1.5	5.7	0	1.9	1.5	1.5	0.0
Lajikkeen alkuperä															
suomalainen	34	33	0.4	0	0	11	6	2.3	0.2	4.2	0	2.3	4.8	2.3	0.0
venäläinen	38	35	0.0	0	0	9	9	0.3	0.8	5.4	0	1.4	0.8	0.9	0.1

LIITE 7

Sadon ravinnepitoisuudet.

2007														
	Havaintojen lukumäärä	Kuiva-ainepitoisuus %	Boori mg/kg	Kalsium g/kg	Kupari mg/kg	Rauta mg/kg	Kalium g/kg	Magnesium g/kg	Mangaani mg/kg	Natrium g/kg	Fosfori g/kg	Rikki g/kg	Sinkki mg/kg	
Lannoite														
synteettinen	16	21	6.8	0.23	4.7	57	24	1.2	6.4	0.03	2.0	1.8	16	
orgaaninen	16	21	7.3	0.21	5.4	51	21	1.1	5.9	0.05	2.1	1.7	15	
Lajike														
Aurora	8	19	7.0	0.23	5.0	61	22	1.0	5.2	0.04	1.9	1.5	14	
Saturna	8	25	6.8	0.20	5.3	47	23	1.2	6.5	0.03	2.1	1.9	15	
Fambo	8	21	7.4	0.21	4.5	51	21	1.1	6.1	0.04	1.8	1.7	14	
Ladoški	8	20	7.0	0.24	5.5	58	23	1.2	6.9	0.04	2.3	1.8	17	
Lajikkeen alkuperä														
suomalainen	16	23	7.1	0.20	4.9	49	22	1.2	6.3	0.03	1.9	1.8	15	
venäläinen	16	19	7.0	0.24	5.2	59	23	1.1	6.0	0.04	2.1	1.7	16	
2008														
	Havaintojen lukumäärä	Kuiva-ainepitoisuus %	Boori mg/kg	Kalsium g/kg	Kupari mg/kg	Rauta mg/kg	Kalium g/kg	Magnesium g/kg	Mangaani mg/kg	Natrium g/kg	Fosfori g/kg	Rikki g/kg	Sinkki mg/kg	Typpi g/kg
Lannoite														
synteettinen	16	18	4.3	0.38	3.5	44	26	1.2	6.3	0.09	1.3	1.7	13	16
orgaaninen	16	19	2.8	0.33	2.1	39	24	1.2	4.7	0.06	1.3	1.6	10	14
Lajike														
Aurora	8	17	3.6	0.36	2.5	42	25	1.1	4.3	0.11	1.2	1.5	10	14
Saturna	8	22	3.4	0.34	2.5	37	25	1.1	5.4	0.06	1.3	1.6	12	13
Fambo	8	19	4.1	0.36	2.9	43	24	1.3	5.9	0.07	1.2	1.7	12	15
Ladoški	8	18	3.0	0.36	3.3	43	25	1.3	6.4	0.08	1.5	2.0	13	17
Lajikkeen alkuperä														
suomalainen	16	20	3.8	0.35	2.7	40	25	1.2	5.6	0.06	1.3	1.6	12	14
venäläinen	16	18	3.3	0.36	2.9	42	25	1.2	5.3	0.09	1.4	1.7	11	16

LIITE 8. Lehtien ravinnepitoisuudet vuoden 2007 kokeessa.

2007												
	Havaintojen lukumäärä	Kuiva-aine- pitoisuus %	Boori mg/kg	Kalsium g/kg	Kupari mg/kg	Rauta mg/kg	Kalium g/kg	Magnesium g/kg	Mangaani mg/kg	Fosfori g/kg	Rikki g/kg	Sinkki mg/kg
Lannoite												
synteettinen	4	14	21	16	6.1	141	43	4.3	48	2.5	5.3	17
orgaaninen	4	15	23	15	6.3	186	42	4.2	25	2.7	4.3	17
Lajike												
Aurora	2	14	22	16	6.1	150	44	4.5	45	2.6	3.8	17
Saturna	2	14	22	14	6.8	167	44	3.9	23	2.8	5.1	19
Fambo	2	16	23	13	5.6	109	40	2.9	30	2.2	5.2	13
Ladoški	2	14	20	19	6.3	228	43	5.6	49	2.8	5.2	18
Lajikkeen alkuperä												
suomalainen	4	15	22	14	6.2	138	42	3.4	26	2.5	5.2	16
venäläinen	4	14	21	17	6.2	189	43	5.0	47	2.7	4.5	18

LIITE 9

Maan ravinnetila syksyllä noston jälkeen.

2007															
	Havaintojen lukumäärä	Johto-luku	pH	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	P mg/l	Cu mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Na mg/l	S mg/l	Ca/Mg		
Lannoite															
synteettinen	16	1.0	6.1	866	85	45	6.2	1.0	5.4	0.9	5.7	24	19		
orgaaninen	16	1.0	6.2	890	76	64	6.4	1.2	4.4	1.2	9.5	13	14		
Lajike															
Aurora	8	1.0	6.1	854	79	50	6.0	1.1	4.8	1.0	6.4	18	17		
Saturna	8	1.0	6.2	889	72	56	6.3	1.1	5.6	1.0	8.4	20	17		
Fambo	8	1.0	6.2	897	85	58	7.0	1.1	4.5	1.2	8.7	18	16		
Ladoški	8	1.0	6.1	872	88	54	6.0	1.1	4.8	1.1	6.9	19	17		
Lajikkeen alkuperä															
suomalainen	16	1.0	6.2	893	78	57	6.7	1.1	5.0	1.1	8.5	19	16		
venäläinen	16	1.0	6.1	863	83	52	6.0	1.1	4.8	1.0	6.6	18	17		
2008															
	Havaintojen lukumäärä	Johto-luku	pH	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	P mg/l	Cu mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Na mg/l	S mg/l	Ca/Mg	NO3-N mg/l	Liuk. N mg/l
Lannoite															
synteettinen	16	3.1	6.5	2294	158	208	12	2.1	14	2.2	21	48	11	54	54
orgaaninen	16	2.5	6.9	2805	165	168	20	2.2	10	2.6	20	28	15	42	42
Lajike															
Aurora	8	3.0	6.7	2768	176	190	17	2.0	13	2.5	21	39	13	53	53
Saturna	8	2.7	6.8	2751	148	186	17	2.2	12	2.5	19	36	14	44	44
Fambo	8	2.7	6.7	2341	151	190	16	2.1	11	2.4	21	38	12	46	46
Ladoški	8	2.8	6.7	2337	169	187	15	2.2	12	2.3	22	39	12	48	48
Lajikkeen alkuperä															
suomalainen	16	2.7	6.7	2546	149	188	16	2.1	12	2.4	20	37	13	45	45
venäläinen	16	2.9	6.7	2553	173	188	16	2.1	12	2.4	21	39	13	51	51

LIITE 10. Tautien esiintyminen kasvukauden 2007 kenttäkokeessa.

Tauti/taudinaiheuttaja	Näyte/analyysitapa	Yksikkö	Taudin/taudinaiheuttajan esiintyminen lajikkeittain			
			2007			
			Aurora	Saturna	Fambo	Ladoski
Vaalea rengasmätä	Satomukula/immunofluoresenssi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Tumma rengasmätä	Satomukula/immunofluoresenssi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Peruna-ankeroiset	Satomukula/mikroskopointi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>atrosepticum</i>	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	7.5	18	5.0	7.5
<i>Dickeya</i> spp.	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
PVY	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	1.0	3.0	27
PVA	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Perunan kierrelehtisyysvirus	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0.9	0	0	0
Perunan maltokaarivirus	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	1.0	2.6
PVS	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	2.0	1.0	1.7
PVM	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	51	1.0	11	17
PVX	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	2.7	3.4
PVY	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	7.5	0	0.8	24
PVA	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0.8
PVX	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
PVM	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
Viroottisuus	Kasvusto/silmävarainen havainto	Oireellisten suus, %	2.3	0.4	1.9	12
Rutto	Kasvusto/silmävarainen havainto	Tuhoutunut lehtiala, %	0.3	0.2	5.6	1.1
Versolaikku	Kasvusto/silmävarainen havainto	Ankarasti vioittuneiden osuus, %	48	25	47	51
Rupi (>10% perunan pinnasta ruven peitossa)	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0.4	0.6	1.8	0.8
Mukularutto	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0	0.3	2.7	2.1
Seittirupi (>10% perunan pinnasta ruven peitossa)	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	7.1	2.7	11	16
Bakteerimätä	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0	0	0	0

¹⁾ Eviran tekemä testi

et, ei testattu

PVY, perunan Y-virus; PVA, perunan A-virus; PVS, perunan S-virus; PVM, perunan M-virus; PVX, perunan X-virus

PCR, polymeerasiketjureaktio (Polymerase Chain Reaction)

ELISA, vasta-ainetunnistukseen perustuva määrittely (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)

LIITE 11. Tautien esiintyminen kasvukauden 2008 kenttäkokeessa.

Tauti/taudinaiheuttaja	Näyte/analyysitapa	Yksikkö	Taudin/taudinaiheuttajan esiintyminen lajikkeittain 2008			
			Aurora	Saturna	Fambo	Ladoski
Vaalea rengasmätä	Satomukula/immunofluoresenssi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Tumma rengasmätä	Satomukula/immunofluoresenssi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Peruna-ankeeroiset	Satomukula/mikroskopointi ¹⁾	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>atrosepticum</i>	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
<i>P. carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
<i>Dickeya</i> spp.	Satomukula/PCR	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
PVY	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	2	10	18	17
PVA	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Perunan kierrelehtisyysvirus	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	0
Perunan maltokaarivirus	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0.5	1.1	0	0
PVS	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	1.0	3.5	2.5	16
PVM	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	58	4.0	4.0	49
PVX	Satomukula/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0.5	0	0.5	16
PVY	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	2.5	6.3	5.0	59
PVA	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	et	et	et	et
PVX	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	0	0	0	6.3
PVM	Lehti/ELISA	Infektoituneiden osuus, %	61	1.3	1.3	40
Viroottisuus	Kasvusto/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0.9	1.8	1.4	6.3
Rutto	Kasvusto/silmävarainen havainto	Tuhoutunut lehtiala, %	0	0	0	0
Versolaikku	Kasvusto/silmävarainen havainto	Ankarasti vioittuneiden osuus, %	21	4.0	19	18
Rupi (>10% perunan pinnasta ruven peitossa)	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	27	29	36	44
Mukularutto	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0	0.6	0.2	0
Seittirupi (>10% perunan pinnasta ruven peitossa)	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	8.9	11	11	8.3
Bakteerimätä	Satomukula/silmävarainen havainto	Oireellisten osuus, %	0	0	0	0

¹⁾ Eviran tekemä testi

et, ei testattu

PVY, perunan Y-virus; PVA, perunan A-virus; PVS, perunan S-virus; PVM, perunan M-virus; PVX, perunan X-virus

PCR, polymeraasiketjureaktio (Polymerase Chain Reaction)

ELISA, vasta-ainetunnistukseen perustuva määrittely (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI₃₈

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -verkkojulkaisusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

Puh. (03) 4188 2327, sähköposti julkaisut@mtt.fi

