



Tuloksia siemenperunakokeista 2003-2006

Sampsa Aro, Merja Veteläinen, Kristian Forsman, Lea Hiltunen,
Yeshitila Degefu, Marja-Liisa Järvelä, Lauri Jauhiainen,
Satu Rönty, Jukka Pekka Palohuhta, Paula Ilola, Elina Virtanen,
Markku Kortesoja, Mikko Härmä, Anna Sipilä (toim.)



MTT:n selvityksiä 133
60 s.

Tuloksia siemenperunakokeista 2003-2006

Sampsa Aro, Merja Veteläinen, Kristian Forsman, Lea Hiltunen,
Yeshitila Degefu, Marja-Liisa Järvelä, Lauri Jauhiainen, Satu Rönty,
Jukka Pekka Palohuhta, Paula Ilola, Elina Virtanen, Markku Kortesoja,
Mikko Härmä, Anna Sipilä (toim.)

ISBN-10 952-487-073-8 (Painettu)
ISBN-13 978-952-487-073-3 (Painettu)
ISBN-10 952-487-074-6 (Verkkajulkaisu)
ISBN-13 978-952-487-074-0 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-509X (Painettu)
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)
<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts133.pdf>

Copyright

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietohallinto, 31600 Jokioinen

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

sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2006

Kannen kuva

MTT Ruukin kuva-arkisto

Painopaikka

Strålfors Information Logistics Oy

Tuloksia siemenperunakokeista 2003-2006

Samps Aro¹⁾, Merja Veteläinen¹⁾, Kristian Forsman¹⁾, Lea Hiltunen¹⁾, Yeshitila Degefu¹⁾, Marja-Liisa Järvelä¹⁾, Lauri Jauhiainen²⁾, Satu Rönty¹⁾, Jukka Pekka Palohuhta³⁾, Paula Ilola⁴⁾, Elina Virtanen¹⁾, Markku Kortesoja³⁾⁴⁾, Mikko Härmä⁵⁾, Anna Sipilä¹⁾ (toim.)

¹⁾ MTT, Biotekniikka ja elintarviketutkimus, Siemenperunabiotekniikka, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ MTT, Palveluyksikkö, Menetelmäpalvelut, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³⁾ Suomen siemenperunakeskus Oy, Leppiojantie 31, 91800 Tyrnävä, jp.sukunimi@spk.fi

⁴⁾ Ravintoraisio Oy, Kenttätie 9, 86400 Vihanti, etunimi.sukunimi@raisiogroup.com

⁵⁾ Ängesleväntie 33 A, 91800 Tyrnävä, etunimi.sukunimi@mail.suomi.net

Tiivistelmä

Siemenperunan laatu hallintaan -hanke toteutettiin Pohjois-Pohjanmaalla useiden tahojen yhteistyönä vuosina 2003–2006. Hankkeessa testattiin erilaisten viljelytekniikoiden vaikutusta tuotettavan siemenperunan ominaisuuksiin ja seuraavan vuoden satoon. Hankkeen kenttäkokeita toteutettiin sekä siemenperunatiloilla että MTT Ruukin koekentillä.

Tutkimuksen tuotantotekniikka-osiossa testattiin varsistohävityksen, esikasvin ja kalsiumin vaikutusta siemenperunan laatuun sekä verrattiin suomalaisen ja hollantilaisen siemenperunan ominaisuuksia. Perunatautien hallinta -osiossa tutkittiin erilaisten siemenperunan pesu- ja peittausmenetelmien tehokkuutta kasvitautien torjunnassa.

Varsistohävitys heikensi siemenperunoiden elinvoimaisuutta. Sen vaikutus seuraavan vuoden satoon oli kuitenkin epäselvä. Myös esikasvin vaikutus siemenperunasta saatavaan satoon oli pieni. Saatujen tulosten perusteella kaura olisi hieman ohraa parempi ja peruna huonompi siemenperunatuotannon esikasvi.

Maan kalsiumpitoisuus vaikutti merkittävästi siemenperunasta saatavaan satoon. Kalsiumköyhällä maalla tuotetun siemenperunan kalsiumpitoisuus oli alhainen, ja siitä seuraavana vuonna saatu sato oli pienempi kuin kalsiumrikkaalla tai -lannoitetulla maalla kasvatetusta siemenperunasta saatu sato. Perunasadon kalsiumpitoisuuteen voitiin vaikuttaa vielä kasvukauden aikana. Penkin päälle lisätyn kalsiumsulfaatin todettiin lisäävän sadon kalsiumpitoisuutta. Sen sijaan kalsiittikalkilla vastaavaa vaikutusta ei ollut.

Siemenperunan pesu otsonoidulla vedellä ja käsittely Agriclean-valmisteella hidasti perunan alkukehitystä ja alensi satoa. Taudinkestävyyteen käsittelyllä ei ollut vaikutusta. Myöskään pesu- ja desinfiointikäsittelyillä ei ollut vaikutusta taudinkestävyyteen. Jotkut desinfiointikäsittelyt alensivat perunasta saatua satoa. Monceren- tai Rovral-peittaukset yhdessä Agriclean-käsittelyn kanssa vähensivät perunasadon seittiruven määrää. Sadon määrään niillä ei ollut vaikutusta.

Avainsanat: peruna, Solanum tuberosum, siemenperuna, viljelytekniikka, varsistohävitys, ravinteet, esikasvit, taudit, pesu, peittaus, desinfiointi, otsonointi

Results of seed potato experiments 2003–2006

Samps Aro¹⁾, Merja Veteläinen¹⁾, Kristian Forsman¹⁾, Lea Hiltunen¹⁾, Yeshitila Degefu¹⁾, Marja-Liisa Järvelä¹⁾, Lauri Jauhiainen²⁾, Satu Rönty¹⁾, Jukka Pekka Palohuhta³⁾, Paula Ilola⁴⁾, Elina Virtanen¹⁾, Markku Kortesoja³⁾⁴⁾, Mikko Härmä⁵⁾, Anna Sipilä¹⁾ (ed.)

¹⁾ MTT Agrifood Research Finland, Biotechnology and Food Research, Seed potato biotechnology, Tutkimusasemantie 15, FIN-92400 Ruukki, firstname.lastname@mtt.fi

²⁾ MTT Agrifood Research Finland, Services unit, Method services, FIN-31600 Jokioinen, firstname.lastname@mtt.fi

³⁾ Suomen siemenperunakeskus Oy, Leppiojantie 31, FIN-91800 Tyrnävä, jp.lastname@spk.fi

⁴⁾ RavintoRaisio Oy, Kenttätie 9, FIN-86400 Vihanti, firstname.lastname@raisio.com

⁵⁾ Ängesleväntie 33 A, FIN-91800 Tyrnävä firstname.lastname@mail.suomi.net

Abstract

The project on control of seed potato quality was carried out in Northern Ostrobothnia in 2003–2006. Effects of different cultivation techniques on seed potato quality were tested. The field experiments were carried out on seed potato farms and at MTT Ruukki research station.

Haulm destruction reduced the vitality of seed potato. However, the effect on the yield on the following year was inconsistent. Preceding crops had little effect on the quality of seed crop. The results suggest that oat could be better and potato worse than barley as preceding crop for seed potato.

The soil calcium content affected the quality and quantity of seed potato. Low calcium content in soil was followed by low calcium content in seed potato and it reduced yield in the following year. It was possible to increase the tuber calcium content during the growing season by applying calcium sulphate onto the hill after planting. However, ground limestone did not have the same effect.

Washing of seed potatoes with ozonised water and a follow-up treatment with Agriclean™ delayed the growth and reduced the yield. They did not affect the disease resistance. None of the other treatments tested that combined washing and disinfection of the seed potatoes affected the disease resistance. However, some of them reduced the yield. Tuber dressing with Monceren or Rovral combined with Agriclean-treatment did reduce the amount of black scurf in the progeny tubers, but they did not affect the quantity of yield.

Keywords: potato, Solanum tuberosum, seed potato, cultivation technique, haulm destruction, nutrients, preceding crops, diseases, washing, seed dressing, disinfection, ozonization

Alkusanat

Siemenperunan laatuun vaikuttavat monet tuotantotekniikkaan ja kasvuolosuhteisiin liittyvät tekijät. Siemenperunan laatu hallintaan -hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa viljelytekniikan vaikutuksista siemenperunan laatuun ja vertailla suomalaisen ja keskieuropplaisen siemenperunan laatua.

Siemenperunan laatu hallintaan -hanke toteutettiin TE-keskuksen EMOTR-rahoituksella, ja se tukeutui Pohjois-Pohjanmaan maatilatalouden strategiaan, jossa keskeiseksi tavoitteeksi on asetettu siemenperunatuotannon kilpailukyvyyn jatkuva vahvistaminen, tuotannon ja kansainvälisille markkinoille viennin turvaaminen. Hankkeen hallinnoinnista ja toteutuksen koordinoinnista vastasi MTT Ruukki.

Hankkeen toteutuksessa oli merkittävä rooli Suomen siemenperunakeskus Oy:llä (SPK) ja yrityksen sopimustuottajilla. Hankkeessa oli mukana lisäksi useita muita yhteistyötahoja mm. Novum Machines BV, Ravinto Raisio Oyj., Suomen Ympäristöpalvelu Oy, ProAgria Oulu, MTT Jokioinen, Helsingin yliopisto, A-lab, Kemira GrowHow ja Svenskt Potatisut-såde Ab. Erityiskiitokset hankkeeseen osallistuneille siementuotantotiloille ja yhteistyöta-hoille.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
2	Taustatiedot.....	7
2.1	Säätiedot.....	7
2.2	Tilat, testauskentät, havainnot ja analyysit	8
3	Tulokset.....	9
3.1	Tuotantotekniikka	9
3.1.1	Varsistonhävitys	9
3.1.2	Kalsium ja esikasvit	15
3.1.3	Perunan kalsiumlannoitus	27
3.1.4	Tuotantotaustan vaikutus siemenperunan laatuun.....	29
3.2	Perunatautien hallinta	31
3.2.1	Pesu ja otsonointi	32
3.2.2	Pesu ja desinfiointi	37
3.2.3	Pesu ja peittäus	42
	Kirjallisuus	53
	Liitteet	54

1 Johdanto

Suomalaisen siemenperunatuotannon kilpailukyvyyn säilyminen ja sen vahvistaminen vaativat jatkuvaa, tilatasolta lähtevää kehittämistä. Siemenperunan laatu hallintaan -hanke toteutettiin vuosina 2003–2006 Pohjois-Pohjanmaan siemenperunan tuotantoalueella. Hankkeessa testattiin erilaisten viljelytekniikoiden vaikutusta siemenperunan elinvoimaisuuteen, laatuun ja satoon. Viljelytoimenpiteiden jälkivaikutuksia tutkittiin seuraavan vuoden sadossa ns. jälkivaikutustestauksena. Muista perunan tuotantosuunnista poiketen siemenperunalla viljelytekniisten toimenpiteiden vaikutukset seuraavan vuoden satoon ja sen ominaisuuksiin ovat merkityksellisiä.

Siemenperunan laatu hallintaan -hankkeessa testattiin maan ravinnesuhteiden, esikasvin ja varistonhävityksen vaikutuksia siemenperunan laatuun. Lisäksi testattiin siemenperunoiden erilaisten pesu- ja peittäuskäsittelyjen vaikutuksia taudinkestävyyteen, erityisesti tyvimätään ja seittiin. Hankkeessa verrattiin myös suomalaisen ja hollantilaisen siemenperunan käyttölaatua. Siemenperunan tuotantoketjussa perussiemenen tuotanto on hyvin tärkeässä osassa. Siitä syystä hankkeessa testattiin myös esiperussiemenen avomaanlisäysvaiheen aineistoa, ns. B-klooneja. Näissä toteutuksissa oli mukana Suomen siemenperunakeskus Oy. Osa hankkeeseen kuuluvista siemenperunan tuotantovaiheen kenttäkokeista toteutettiin Tyrnävän, Limingan ja Lumijoen perunantuotantotiloilla. Muut kokeet suoritettiin MTT Ruukin koekentillä.

Siemenperunan laatu hallintaan -hankkeen keskeisenä tavoitteena oli selvittää käytössä olevien viljelytekniikoiden vaikutukset siemenperunan käyttölaatuun ja saatujen tulosten perusteella täydentää tai tarkentaa viljelyohjeistuksia. Lisäksi tavoitteena oli uusilla siemenperunoiden pesu- tai peittäusmenetelmillä tehostaa tautien torjuntaa sekä tehdä vertailu suomalaisen ja keskieurooppalaisen siemenperunan käyttölaadusta.

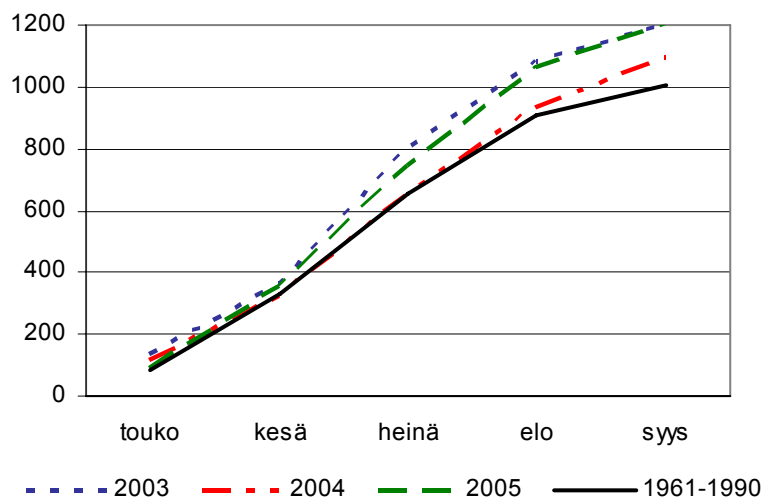
2 Taustatiedot

2.1 Sää tiedot

Hankkeen kenttäkokeiden toteutusaikana 2003–2005 sääolot olivat vuosittain hyvin vaihtelevia (Kuva 1, Taulukko 1). Kasvukauden 2003 kevät oli viileä, mutta kesäkuukaudet syksyyn saakka normaalia lämpimämpiä, ja kasvukauden tehoisa lämpötilasumma oli Pohjois-Pohjanmaalla liki 200° normaalia suurempi. Sademäärä oli vuoden 2003 alkukesästä normaalia vähäisempi, mutta syksy oli normaalia sateisempi.

Vuonna 2004 kasvukauden lämpöjaksot olivat touko- ja syyskuussa. Sademäärät olivat huomattavasti normaalia korkeammat heinä-, elo- ja syyskuussa. Esimerkiksi Limingassa 3.6–16.9. välisenä aikana satoi 350 mm eli normaalin vuoden koko sademäärä. Vuonna 2005 kasvukausi oli suhteellisen kuiva ja normaalia lämpimämpi. Sää tietojen vertailussa

normaaliarvoina on käytetty vuosien 1961–1990 keskiarvoja. Mahdolliset sääolojen vaikutukset on huomioitu tulosten tulkinnessa.



Kuva 1. Tehoisat lämpötilasummat vuosina 2003–2005 Pohjois-Pohjanmaalla.

Taulukko 1. Kesäkuukausien lämpötilakeskiarvot ja sademäärät 2003–2005 Pohjois-Pohjanmaalla.

Vuosi		2003	2004	2005	1961-90
Lämpötila °C	touko	8,5	7,5	7,3	7,6
	kesä	12,7	12,4	14,4	13,1
	heinä	19,5	16,5	18,2	15,6
	elo	14,3	14,4	15,7	13,1
	syys	9,2	10,5	10,4	7,8
Sademäärä mm	touko	84	71	49	36
	kesä	7	45	21	49
	heinä	80	119	55	69
	elo	37	100	70	71
	syys	24	128	66	54

2.2 Tilat, testauskentät, havainnot ja analyysit

Hanke jakautui tuotantotekniikka- ja perunatautien hallinta -osioihin (Taulukko 2). Hankkeen toteutuksessa oli mukana vuosien 2003–2005 aikana yhteensä 12 perunatuotantotilaa, joista yksitoista oli siemenperunatiloja. Tiloilla oli tuotantotekniikka-osion kokeisiin liittyviä tuotantokenttiä yhteensä 42 kpl (210 ha) ja niissä havainto- tai näyteruutuja 701 kpl (2,5 ha). Muut kenttäkokeet toteutettiin MTT Ruukin koekentillä Limingassa ja Ruukissa. Testauskenttien viljelytekniset tiedot on esitetty tulokset-osiossa kunkin kokeen kohdalla.

Testauskentiltä havainnoitiin (ohjeet Liite 1) istuttamisen jälkeen taimettuminen, kehitysasteet sadonkorjuuseen saakka Hack'n kehitysasteikon (Liite 2) mukaan sekä kasvustotaudit (tyvimätä, perunaseitti, virustaudit ja perunarutto). Koekentiltä keväällä ja syksyllä otetuista maanäytteistä analysoitiin maalaji, multavuus, johtoluku, pH, ja ravinnepitoisuudet (Ca, P, K, Mg, Cu, Mn, Zn ja S) Suomen Ympäristöpalvelu Oy:ssä. Mukuloiden ravinneanalyysiin otettiin näytteitä keväällä siemenperunoista ja syksyllä sadosta. Näytteistä määritettiin fosfori- (P), kalsium- (Ca), magnesium- (Mg) ja kalium- (K) pitoisuudet.

Hankkeen sato- ja laatumääriykset tehtiin MTT:n virallisen lajikekoeohjeistuksen mukaan (<http://www.mtt.fi/tutkimus/toimipaikat/koeohje.html>). Satopunnitusten ja lajittelun lisäksi perunaeristä määritettiin tärkkelyspitoisuus ja ulkoinen laatu.

Tulosaineisto on käsitelty tilastollisesti SAS 9.2 -ohjelman mixed models -proseduurilla käyttäen varianssianalyysin sekamallia. Raportissa esitetään aineiston oleelliset tulokset. Tuloskaavioiden virhepalkit kuvaavat havaintojen keskihajontaa, ja ne on laskettu Microsoft Excel -ohjelmalla.

Taulukko 2. Hankkeen eri toteutusosiot vuosina 2003–2005.

Toteutusosio	Vuosi
3.1 Tuotantotekniikka	
3.1.1 Varsistonhävitys	2003 - 2005
3.1.2 Kalsium ja esikasvit	2003 - 2005
3.1.3 Perunan kalsiumlannoitus	2004
3.1.4 Tuotantotaustan vaikutus siemenperunan laatuun	2003 - 2004
3.2 Perunatautien hallinta	
3.2.1 Pesu ja otsonointi	2003 - 2004
3.2.2 Pesu ja desinfiointi	2003 - 2004
3.2.3 Pesu ja peittäus	2003 - 2005

3 Tulokset

3.1 Tuotantotekniikka

Siemenperunatuotannossa tehtyjen viljelytekniisten toimenpiteiden seuraukset tulevat esille seuraavana vuonna, kun siemenperunalla tuotetaan uutta satoa. Tämän hankkeen keskeisenä tavoitteena ja rahoittajataholta tulleena velvoitteena oli tehdä kehittämistoimia tilatasolla.

Tuotantotekniikka -osiossa selvitettiin, onko tuotantotaustoiltaan tarkasti analysoitujen siemenperunoiden elinvoimaisuudessa tai sadontuotossa mahdollisesti viljelyteknisistä toimenpiteistä johtuvia eroja. Siemenperunamateriaalia tuotettiin eri tiloilla kontrolloidussa olosuhteissa. Tuotantovaiheessa tehtiin kasvustosta havaintoja, otettiin maa- ja mukulanäytteitä analyysihin sekä selvitettiin lannoitus- ja kasvinsuojelutoimenpiteet. Seuraavana vuonna eri tiloilta peräisin olevat ja viljelytaustoiltaan erilaiset siemenperunat istutettiin tuottamaan satoa testauskentälle eli jälkivaikutustestaukseen, jossa tuotanto-olosuhteet olivat kaikilla samanlaiset.

3.1.1 Varsistonhävitys

Siemenperunatuotannossa varsistonhävitys tehdään viljelytekniisenä toimenpiteenä ennen kasvuston luontaista tuleentumista. Varsistonhävityksellä pyritään vahvistamaan mukuloiden kuorta, helpottamaan nostotyötä ja säätelemään mukulakokoa. Varsisto voidaan hävit-

tää mekaanisesti murskaamalla, kemiallisesti tai näitä yhdistelemällä. Mekaanis-kemiallinen tapa on siemenperunatuotannossa yleisin menetelmä.

Siementuotantovaihe tiloilla

Varsistonhävityskoe toteutettiin vuonna 2003 neljällä ja vuonna 2004 kahdella tilalla. Käytetyt perunalajikkeet vaihtelivat tiloittain. Varsistonhävitysajankohdat olivat kukintavaiheessa (kasvuston kehitysaste 49–51, Liite 2) ja kolme viikkoa kukinnasta (kasvuston kehitysaste 79–81). Lisäksi osalla ruuduista kasvuston annettiin tuleentua loppuun saakka (varsisto täysin ruskea/kellastunut).

Varsistonhävitystapa oli mekaanis-kemiallinen. Varsisto murskattiin 20–30 cm:n sänkeen, ja vuorokauden kuluttua alue ruiskutettiin Reglonella (tehoaine dikvatti 200 g/l, käyttömäärä 1,5 l + 300 l vettä/ha). Siementuotantotilojen maan viljavuustiedot on esitetty taulukossa 3. Kasvuston hoito- ja kasvinsuojelutoimet tiloilla olivat yhdenmukaiset. Kasvustojen kehityksessä ei ollut normaalista poikkeavaa. Tilat sijaitsivat suhteellisen lähellä toisiinsa, joten niiden sääolosuhteissa ei ollut suuria eroja.

Perunakasvustot olivat varsistonhävitysvaiheessa vielä yhteyttämiskykyisiä, ja kasvun keskeytyminen näkyi selvästi sadon tärkkelyspitoisuuksissa (Taulukko 4). Tärkkelyspitoisuus jäi näissä koejäsenissä varsistonhävityshetken tasolle ja oli alhaisempi kuin luontaisesti tuleentuneen kasvuston tuottamassa sadossa erityisesti vuonna 2003 kaikilla lajikkeilla ($p < 0,0001$). Luontaisesti tuleentunut kasvusto tuotti odotetusti myös suuremman sadon ($p < 0,0001$), sillä varsiston hävittäminen keskeytti mukuloiden kasvun. Myös mukulakoko oli luontaisesti tuleentuneen kasvuston sadossa muita koejäseniä suurempi (Taulukko 5).

Varsistonhävitys 3 viikkoa kukinnasta (elokuun puolivälissä) vähensi sadon terveiden mukuloiden osuutta luontaisesti tuleentuneen kasvuston satoon verrattuna ($p < 0,0001$) (Taulukko 5). Vuonna 2003, jolloin kasvukausi oli normaalia kuivempi, tämä näkyi erityisen runsaana yli 10-prosenttisesti perunarupisten mukuloiden (ruven peittämä alue yli 1/10 mukulan pinnasta) osuutena, kun taas normaalia sateisempänä vuonna 2004 muiden vioitusten osuus oli suurempi. Mukuloiden ravinnepitoisuuksissa oli vain pieniä eroja (Taulukko 6).

Taulukko 3. Siementuotantotilojen maan viljavuustiedot (ravinnepitoisuudet mg/l).

Vuosi	Tila	Maalaji	pH	Ca	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn	S
2003	1	KHt	6,5	1086	16	93	101				
	2	KHt	5,6	559	14	59	101	7,2	17,5	2,7	16
	3	KHt	5,5	667	15	63	96	5,1	23,1	2,5	19
	4	KHt	6,4	1133	15	64	106	4,5	10,0	1,7	15
2004	1	KHt	5,5	736	17	110	85	5,5	15,3	1,8	40
	2	KHt	6,1	545	19	78	75	3,1	7,2	1,8	13

Taulukko 4. Sato ja sadon tärkkelyspitoisuus siementuotantotiloilla. Eri koejäsenten sadot on suhteutettu toisiinsa tiloittain.

Vuosi	Tila Lajike	Koejäsen	Sato t/ha	Sadon suhdeluku	Tärkkelys- pitoisuus %
2003	Tila 1 Fambo	varsistonhävitys kukintavaiheessa	27,1	57	13,3
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	39,2	83	11,7
		luontaisesti tuleentunut	47,3	100	13,7
	Tila 2 Idole	varsistonhävitys kukintavaiheessa	14,8	46	11,5
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	22,7	70	14,8
		luontaisesti tuleentunut	32,2	100	16,1
	Tila 3 Matilda	varsistonhävitys kukintavaiheessa	19,5	51	12,6
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	32,7	85	15,1
		luontaisesti tuleentunut	38,4	100	17,3
	Tila 4 Van Gogh	varsistonhävitys kukintavaiheessa	33,9	69	14,2
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	44,8	91	13,7
		luontaisesti tuleentunut	49,3	100	15,4
2004	Tila 1 Fambo	varsistonhävitys kukintavaiheessa	18,7	63	9,7
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	28,5	96	11,2
		luontaisesti tuleentunut	29,6	100	12,5
	Tila 2 Van Gogh	varsistonhävitys kukintavaiheessa	9,6	59	11,4
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	19,6	120	14,8
		luontaisesti tuleentunut	16,4	100	15,1

Taulukko 5. Sadon mukulakokojakauma ja ulkoinen laatu. Laatu luokkien osuus sadosta painoprosenteina.

Vuosi	Tila Lajike	Koejäsen	Mukulakokojakauma %			Sadon ulkoinen laatu %		
			< 35 mm	35–55 mm	55–70 mm	terveet rupi	>10 %	muut
2003	Tila 1 Fambo	vh kukintavaiheessa	31	66	4	37	61	3
		vh 3 vk kukinnasta	11	69	20	16	83	1
		luontaisesti tuleentunut	8	54	38	30	69	1
	Tila 2 Idole	vh kukintavaiheessa	51	47	2	94	4	2
		vh 3 vk kukinnasta	33	66	1	28	71	2
		luontaisesti tuleentunut	15	73	12	60	37	3
	Tila 3 Matilda	vh kukintavaiheessa	72	28	0	86	3	11
		vh 3 vk kukinnasta	59	41	0	14	81	5
		luontaisesti tuleentunut	44	56	0	79	13	7
	Tila 4 Van Gogh	vh kukintavaiheessa	26	70	4	90	7	3
		vh 3 vk kukinnasta	18	75	7	69	19	12
		luontaisesti tuleentunut	17	73	10	63	34	3
2004	Tila 1 Fambo	vh kukintavaiheessa	14	86	0	80	2	18
		vh 3 vk kukinnasta	11	89	0	63	2	36
		luontaisesti tuleentunut	6	93	0	77	2	21
	Tila 2 Van Gogh	vh kukintavaiheessa	27	73	0	67	0	34
		vh 3 vk kukinnasta	15	83	1	46	0	54
		luontaisesti tuleentunut	15	84	1	68	0	33

vh = varsistonhävitys

Taulukko 6. Kevään siemenperunoiden ja syksyn sadon kuiva-aine- ja ravinnepitoisuudet.

Vuosi	Tila Lajike	Koejäsen	Kuiva-aine- pitoisuus %	Ravinteet g/kg ka			
				P	Ca	Mg	K
2003	Tila 1 Fambo	kevät siemenperuna	19,1	1,8	0,22	1,2	21,3
		syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	16,7	2,4	0,31	1,3	24,6
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	19,4	2,5	0,29	1,3	25,0
		luontaisesti tuleentunut	19,8	2,7	0,21	1,3	22,8
	Tila 2 Idole	kevät siemenperuna	19,1	2,4	0,27	1,2	25,0
		syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	18,6	3,0	0,29	1,2	28,9
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	21,8	2,4	0,16	1,2	25,6
		luontaisesti tuleentunut	23,6	2,5	0,13	1,4	24,7
	Tila 3 Matilda	kevät siemenperuna	20,0	1,2	0,35	1,4	22,5
		syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	18,3	2,4	0,31	1,1	24,5
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	20,9	2,1	0,20	1,3	22,6
		luontaisesti tuleentunut	23,0	1,7	0,19	1,2	20,4
Tila 4 Van Gogh	kevät siemenperuna	22,0	1,8	0,29	1,1	20,8	
	syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	19,5	2,9	0,41	1,3	25,6	
	varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	19,5	2,8	0,35	1,3	24,8	
	luontaisesti tuleentunut	21,2	2,4	0,29	1,3	23,3	
2004	Tila 1 Fambo	kevät siemenperuna	20,1	2,7	0,21	1,3	27,9
		syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	15,5		0,40	1,5	29,1
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	17,6		0,30	1,5	25,7
		luontaisesti tuleentunut	18,8		0,28	1,4	25,8
	Tila 2 Van Gogh	kevät siemenperuna	22,5	2,6	0,31	1,5	28,8
		syksy varsistonhävitys kukintavaiheessa	18,7		0,40	1,2	27,6
		varsistonhävitys 3 vk kukinnasta	22,2		0,35	1,1	22,6
		luontaisesti tuleentunut	22,4		0,30	1,2	24,9

Jälkivaikutustestaus

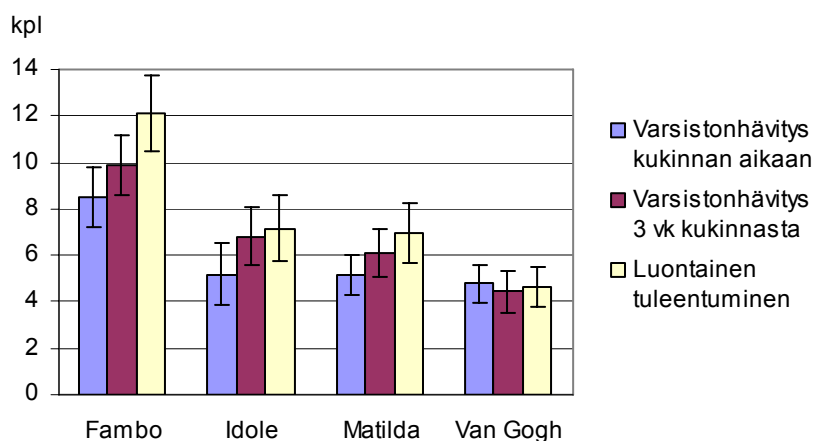
Tilojen tuottaman siemenperunasadon käyttölaatu testattiin seuraavina vuosina MTT Ruukin Limingan koekentällä. Kenttäolosuhteet ja viljelytoimet olivat testauskentällä kaikille siemenperunaerille samanlaiset (Taulukko 7). Matilda-lajikkeen jälkivaikutustestaus vuonna 2004 epäonnistui, joten sen osalta tulokset puuttuvat itulaskentaa lukuun ottamatta.

Idätysvaiheessa siemenperunaeristä tehtiin itulaskenta. Siemenperunatiloilla vuonna 2003 tuotetuissa mukuloissa oli ituja eniten fysiologiselta iältään vanhemmissa eli luontaisesti tuleentuneiden kasvustojen sadoissa. Tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,0001$) ero oli Fambo-lajikkeella (Kuva 2).

Siemenperunan elinvoimaisuutta kuvataan mm. taimettumis- ja alkukehitysnopeudella. Luontaisesti tuleentuneet siemenperunat taimettuivat hieman nopeammin kuin siemenperunat, joiden varsisto oli hävitetty edellisenä vuonna (Kuva 3). Myös niiden alkukehitys oli

Taulukko 7. Jälkivaikutuskenttien 2004–2005 taustatiedot

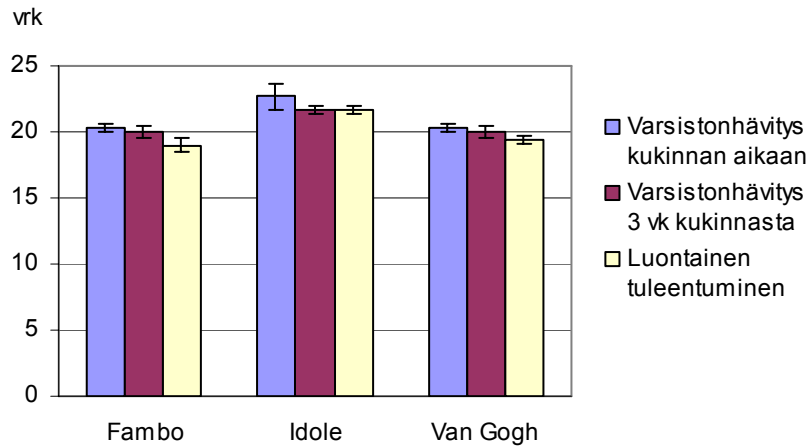
Vuosi	2004	2005
Koepaikka	MTT Ruukki, Limingan koekenttä	MTT Ruukki, Limingan koekenttä
Koeolot		
maalaji - esikasvi	KHt - ohra	KHt - peruna
pH - Ca - K - P - Mg	7,0 - 1844 - 120 - 32,5 - 158	6,8 - 1717 - 230 - 24 - 121
Muokkaus:		
kyntö	syksy	syksy
istutusmuokkaus	1 x äestys, 1x jyrshintä	tasauslanaus, jyrshintä
Lannoitus:	Perunan Y1 625 kg/ha (N50-P31-K119)	Perunan Y1 750 kg/ha (N60-P38-K143)
Istutus:	17.5. EHO 120 S	26.5. Joko 120 S (puoliautomaatti)
Istutustiheys/riviväli	28 cm / 80 cm	28 cm / 80 cm
Rikkakasvitorjunta:	17.6. Afalon 2,0 l/ha 22.6. Titus 30 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha	16.6. Afalon 1,5 l/ha 30.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha
Rutontorjunta:	14.7. Shirlan 0,4 l/ha, 21.7. Tattoo 3 l/ha 29.7. Tattoo 4 l/ha, 4.8. Acrobat 2 kg/ha 8.8. Shirlan 0,4 l/ha	8.7., 21.7. Tattoo 4 l/ha 29.7. Acrobat 2 kg/ha 9.8., 15.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	3.9. Underhaug Super Faun	15.-16.9. Underhaug Super Faun



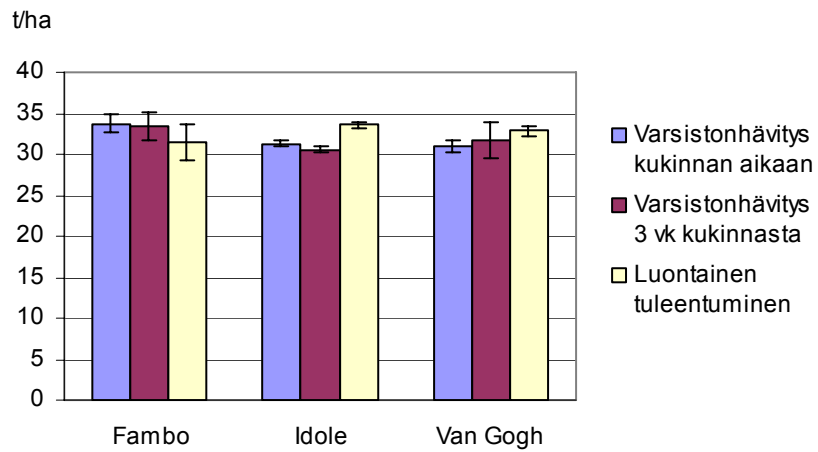
Kuva 2. Vuonna 2003 tuotettujen siemenperunaerien itumäärät (kpl/mukula) keväällä 2004.

nopeampaa. Tämä selittyy luontaisesti tuleentuneen sadon korkeammalla tärkkelyspitoisuudella. Tärkkelys toimii siemenperunoiden vararavintona kasvun alkuvaiheessa, jolloin ne tuottavat juuria ja versoja.

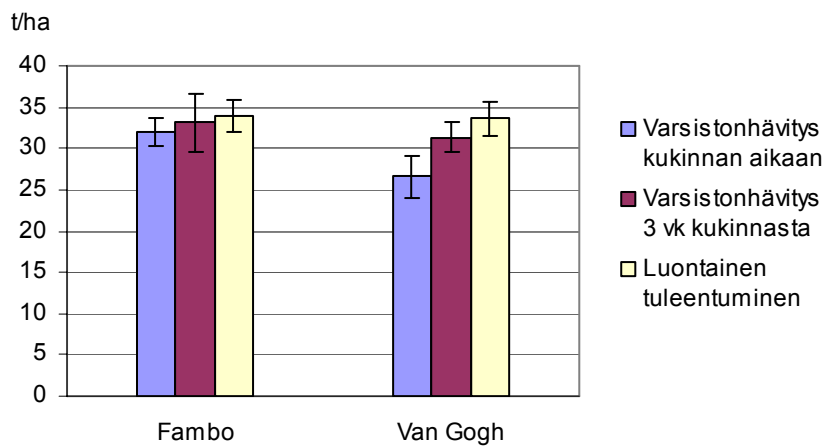
Vuoden 2003 siementuotantovaiheessa tehdyillä varsistonhävityksillä ei ollut vaikutusta seuraavan vuoden sadon määrään (Kuva 4). Kuitenkin vuonna 2004 tiloilla tuotetut luontaisesti tuleentuneet siemenperunat tuottivat vuoden 2005 jälkitestauskentällä merkitsevästi ($p=0,0079$) paremman sadon kuin kukintavaiheessa hävitettyjen kasvustojen tuottamat siemenperunat (Kuva 5). Satojen tärkkelyspitoisuuksissa oli vain lajikkeiden välisiä eroja (Kuva 6).



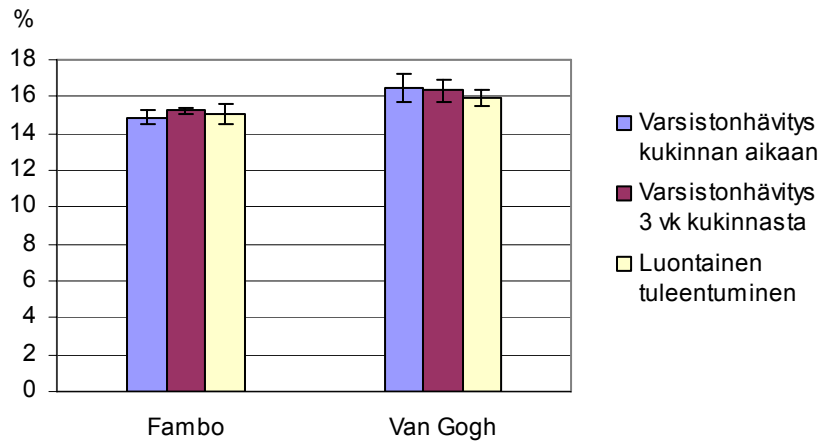
Kuva 3. Vuonna 2003 tuotettujen siemenperunoiden taimettuminen (aika istutuksesta, vrk) jälkivaikutustestauksessa 2004.



Kuva 4. Vuonna 2003 tuotetuista siemenperunoista saadut sadot jälkivaikutuskokeessa 2004.



Kuva 5. Vuonna 2004 tuotetuista siemenperunoista saadut sadot jälkivaikutuskokeessa 2005.



Kuva 6. Sadon tärkkelyspitoisuudet jälkivaikutuskokeessa 2005.

Yhteenveto

Luontaisesti tuleentuneissa mukuloissa oli enemmän ituja kuin edellisenä vuonna mekaanis-kemiallisesti hävitettyjen kasvustojen tuottamissa mukuloissa. Ero oli merkitsevä Fambo-lajikkeella. Luontaisesti tuleentuneet siemenperunat myös taimettuivat hieman nopeammin, ja niiden alkukehitys oli nopeampaa (elinvoimaisuus).

Vuonna 2003 siementuotantovaiheessa tehdyillä varsistonhävityksillä ei ollut vaikutusta seuraavan vuoden sadon määrään tai tärkkelyspitoisuuteen. Vuonna 2004 luontaisesti tuleentuneet siemenperunat tuottivat vuonna 2005 merkitsevästi paremman sadon kuin kukintavaiheessa hävitettyjen kasvustojen tuottamat siemenperunat.

3.1.2 Kalsium ja esikasvit

Siemenperunatuotannossa kalsiumilla on suuri merkitys. Siemenperunan korkea kalsiumpitoisuus parantaa itujen elinvoimaa ja nopeuttaa alkukehitystä. MTT Ruukin kokeissa 1998–2000 siemenperunakasvuston kalsiumlannoitus lisäsi merkittävästi siemenperunasta seuraavana vuonna tuotettua satoa (Forsman ym. 2002). Kalsiumlannoituksella pystytään vaikuttamaan myös perunan taudin- ja varastointikestävyyteen sekä fysiologisiin laatuongelmiin.

Kalsium on ensisijaisesti laaturavinne. Peltomaassa sitä on yleensä riittävästi perunan kasvuun. Sadossa kalsiumpitoisuus jää kuitenkin luonnostaan matalaksi. Peruna ottaa kalsiumin mukuloihinsa suoraan maasta joko kuoren kautta tai rönsyjen ja mukuloiden hiusjuurten kautta. Kalsiumia on siten oltava mukulapesän alueella riittävästi koko mukulan lisäkasvuvaiheen ajan, ja mukulapesän ympäristön on oltava tarpeeksi kostea. Sää- ja kosteusoloilla onkin suuri vaikutus mukulan kalsiumpitoisuuteen.

Perunamaat ovat tyypillisesti karkeita ja vähämultaisia hietamaita, joiden ravinteiden pidätyskyky on heikko. Kalsiuminpuute kärjistyy perunamailla, sillä niitä ei perunaruven lisääntymisen pelossa kalkita. Mukulan kalsiumin ottotavan vuoksi sadon kalsiumpitoisuus on yleensä melko suorassa suhteessa maan kalsiumpitoisuuteen. Maassa tapahtuu kuitenkin

myös kationien (Ca, Mg ja K) välistä kilpailua, ja ravinnesuhteiden vääristyessä esimerkiksi epätasapainoisen lannoituksen johdosta perunan ravinteiden saanti voi vinoutua, jolloin seurauksena on sato- ja laatutappioita.

Viljelykierto ja esikasvi vaikuttavat kokonaisvaltaisesti kulloisenkin viljelykasvin viihtyvyyteen pellossa erilaisten monimutkaisten synergia- ja antagonismivaikutusten kautta. Vaikutukset voivat olla biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia. Eri peltokasveilla on kuitenkin eroa siinä, mikä esikasvi niille parhaiten sopii. Yleensä satotaso on kaikilla viljelykasveilla heikoin saman kasvilajin jälkeen. Muutaman vuoden monokulttuuri voi laskea satoa melko paljon, mutta sen jälkeen vaikutus tasaantuu. Monokulttuurin katkaisemiseksi vaaditaan yleensä vähintään kaksi–kolme välivuotta.

Selkeimmin viljelykierron edut tulevat esille kasvitautien esiintymisessä. Useimmat maalevintäiset kasvitaudit hyötyvät saman kasvilajin viljelystä lohkolla vuodesta toiseen. Perunaseitti lienee käytännössä pahin perunan monokulttuurin tautiongelma. Jos pelto joutuu estokeinoista huolimatta peruna-ankeeroisen tai rengasmädän saastuttamaksi, perunan monokulttuuri pahentaa ongelman nopeasti sietämättömälle tasolle. Muita jatkuvasta perunan tuotannosta hyötyviä maalevintäisiä tauteja ovat tyvi- ja märkämätä, perunarupi, maltokaa-ri-virustauti sekä phoma- ja fusarium-sienet. Myös perunarutto voi säilyä maassa suvullisten munaitiöiden muodossa. Monokulttuuri pahentaa myös rikkakasviongelmaa, kun tietyt torjunta-aineita kestävät rikkalajit runsastuvat.

Perunaruven osalta jatkuva perunanviljely lisää maahan kestävämpiä rupikantoja. Lehtosen ym. (2003) kokeissa saatiin viitteitä siitä, että perunan lisäksi myös mm. kaura ja kumina esikasveina lisäävät perunan rupisuutta ilmeisesti kemiallisten yhdisteiden vaikutusten kautta.

Toimiva viljelykierto vaikuttaa myös maan rakenteeseen. Perunakasvustosta jää maahan niukasti eloperäistä massaa, joka suojaisi maata sateen liettävältä vaikutukselta ja pitäisi yllä eloperäisen aineksen kiertoa maassa. Perunalla myös muokkaustoimien ja nostokoneiden maan rakennetta kuluttava vaikutus on suuri.

Siemenperunatuotannossa viljelykiertovaatimus mahdollistaa esikasvien tai lannoituksen vaikutuksen kontrolloinnin. Varsinaista monokulttuuria ei pääse syntymään. Perunanviljelyn seurantalutkimuksen perusteella (Lemola ym. 2000) maan ravinnesuhteet ovat kuitenkin alkaneet vääristyä.

Tämän koesarjan tarkoituksena oli kartoittaa erilaisten taustatekijöiden vaikutusta siemenperunaan ja sen sadontuottokykyyn. Siemenperunoita tuotettiin kalsiumin suhteen erilaisilla tuotantotaustoilla (kalsiumrikas tai -lannoitettu maa verrattuna kalsiumköyhään pelto-maahan) sekä eri esikasvien (peruna, ohra ja kaura) jälkeen.

Vuoden 2003 siementuotanto

Vuonna 2003 siemenperunaa tuotettiin kuudella tilalla, yhteensä kahdeksalla lohkokolla (Taulukko 8). Lajikkeina olivat Fambo ja Van Gogh. Kalsiumköyhiä maita edusti yksi tila, jossa vierekkäisillä ruuduilla (maan kalsiumpitoisuus alle 300 mg/l) tuotettiin kumpaakin seurannassa olevaa lajiketta. Kyseisellä tilalla viljellään ruokaperunaa, ja sen viljelyä voidaan luonnehtia monokulttuuriksi. Loput tilat (5 tilaa, 6 lohkoa) edustivat kalsiumrikkaita maita. Niiden kalsiumpitoisuudet eivät olleet aloitusvaiheessa korkeita (Taulukko 9), mutta niille annettiin tuotantovuonna kalsiumlannoitus. Maalaji tuotantolohkoilla oli multava karkea hieta, paitsi kalsiumköyhällä vähämultainen karkea hieta.

Siemenperunalohkoilla oli eri esikasveja. Van Gogh -lohkoista yhdellä oli esikasvina kaura ja kahdella ohra. Fambo-lohkoista yhden esikasvi oli ohra. Kahdella Van Gogh- ja kahdella Fambo-lohkokolla esikasvina oli peruna.

Sato ja sadon tärkkelyspitoisuus vaihtelivat suuresti eri tilojen ja lohkojen välillä (Taulukko 10). Tyvimätää havaittiin kasvukauden aikana vain yhdellä Fambo-lohkokolla. Perunaseittiä sen sijaan oli suhteellisen tasaisesti joka lohkokolla. Kuitenkin sadon ulkoisessa laadussa seittirupea tavattiin vain yhdessä näytteessä (Taulukko 11). Märkämätää sadossa oli jonkin verran, mutta ei kuitenkaan samalla lohkokolla kuin tyvimätää. Terveiden mukuloiden osuus sadosta oli Fambo-lajikkeella esikasvista ja kalsiumtilanteesta riippumaton, mutta Van Goghilla osuus vaihteli joidenkin koejäsenten runsaan perunaruven vuoksi.

Sadon ravinnepitoisuudet kuvastivat melko hyvin maaperän viljavuuslukuja ja lannoitusta (Taulukko 12). Lohkoilla, joilla maan kalsiumpitoisuus oli alhainen eikä lisälannoitusta annettu, olivat myös sadon kalsiumpitoisuudet alhaisimmat. Sadon fosforipitoisuus vastasi myös suurin piirtein maan fosforilukuja, mutta sadon magnesium- ja kaliumpitoisuuksilla ei juuri ollut yhteyttä maan ravinnepitoisuuksiin.

Taulukko 8. Siementuotantolohkojen viljelytiedot 2003.

Lajike	Esikasvi	Ca-tilanne	Lannoitus (kg/ha)					Istutus	Nosto	
			Lannoite	Määrä	N	P	K			Ca
Fambo	Peruna	Ca-rikas	Perunan NK 1	500	40		110		7.6.	29.8.
			Superfosfaatti	300		27		60		
			Ravinteita yhteensä		40	27	110	60		
Fambo	Peruna	Ca-köyhä	Perunan Y 2	667	60	13	127		28.5.	28.8.
			Ravinteita yhteensä		60	13	127			
Fambo	Ohra	Ca-rikas	Puutarhan Y 2	670	40	40	127	7	4.6.	27.8.
			Superfosfaatti	300		27		60		
			CaMg-ravinne	550				66		
			Kaliumsulfaatti	100			40			
			Ravinteita yhteensä		40	67	167	133		
Van Gogh	Peruna	Ca-rikas	Perunan kalsium Y 1	800	48	24	120	64	5.6.	11.9.
			Ravinteita yhteensä		48	24	120	64		
Van Gogh	Peruna	Ca-köyhä	Perunan Y 2	667	60	13	127		25.5.	28.8.
			Ravinteita yhteensä		60	13	127			
Van Gogh	Ohra	Ca-rikas	Perunan NK 1	550	44		121		2.6.	2.9.
			Superfosfaatti	500		45		100		
Van Gogh	Ohra	Ca-rikas	Perunan Y 1	660	53	33	125	7	1.6.	25.8.
			Superfosfaatti	200		18		40		
			Ravinteita yhteensä		53	51	125	47		
Van Gogh	Kaura	Ca-rikas	Perunan Y 1	660	53	33	125	7	3.6.	2.9.
			Superfosfaatti	200		18		40		
			Ravinteita yhteensä		53	51	125	47		

Taulukko 9. Tuotantolohkojen viljavuustiedot 2003. Ravinteiden pitoisuudet mg/l.

Koejäsen	pH	Ca	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn	S	Ca/Mg
F, Ca+, P	5,9	784	8,1	50	53	1,8	14	1,6	36	14,8
F, Ca-, P	4,9	287	47,6	105	42	28	90	3,1	35	6,8
F, Ca+, O	5,6	855	14,9	65	54	6,7	23	1,9	20	15,7
V, Ca+, P	5,9	631	16,1	66	101	0,7	26	1,5	32	6,3
V, Ca-, P	4,9	287	47,6	105	42	28	90	3,1	35	6,8
V, Ca+, O	6,4	1133	15,3	64	106	4,5	10	1,7	15	10,7
V, Ca+, O	6,3	1041	12,8	82	117	5,4	27	4,1	12	8,9
V, Ca+, K	6,5	1684	13,5	129	109	3,2	26	2,8	25	15,5

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Taulukko 10. Kasvustohavainnot sekä sato ja tärkkelyspitoisuus siementuotantolohkoilla 2003

Koejäsen	Taimettuminen vrk	Versolaikku % yksilöistä	Perunaseitti % yksilöistä	Tyvimätä % yksilöistä	Sato t/ha	Tärkkelys %
F, Ca+, P	19	0,6	0	0,6	21,5	11,9
F, Ca-, P	24	1,7	1,7	0	41,0	14,5
F, Ca+, O	19	1,0	0	0	38,2	13,7
V, Ca+, P	21	0	5,0	0	34,7	15,2
V, Ca-, P	26	1,7	3,3	0	44,4	17,6
V, Ca+, O	20	0	0,6	0	24,0	13,9
V, Ca+, O	22	1,3	0,6	0	44,4	14,8
V, Ca+, K	20	0	1,3	0	44,4	12,8

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Taulukko 11. Sadon ulkoinen laatu vuonna 2003. Terveiden ja vioittuneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosenteina.

Koejäsen	Terveet	Rupi > 10 %	Seittirupi > 10 %	Bakteeri- mädät	Mekaaniset pintaviat	Mekaaniset maltoviat	Epämuo- toiset	Mallon värivirheet	Viher- tyneet
F, Ca+, P	85	7	0	0	0	0	8	0	1
F, Ca-, P	85	5	0	5	0	3	0	2	0
F, Ca+, O	81	4	0	1	6	0	9	0	1
V, Ca+, P	87	12	0	0	0	1	0	2	0
V, Ca-, P	20	74	2	2	0	0	1	3	1
V, Ca+, O	87	1	0	1	4	0	2	0	0
V, Ca+, O	91	1	0	0	10	0	1	0	0
V, Ca+, K	68	25	0	0	5	2	0	0	0

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Taulukko 12. Sadon kuiva-aine- ja ravinnepitoisuudet vuonna 2003

Koejäsen	Kuiva-aine- pitoisuus %	Ravinnepitoisuudet g/kg ka				
		P	Ca	Mg	K	Ca mg/kg tp
F, Ca+, P	18,1	2,3	0,23	1,3	22,4	42
F, Ca-, P	20,8	3,3	0,11	1,2	23,7	23
F, Ca+, O	20,1	2,1	0,17	1,2	22,8	34
V, Ca+, P	21	2,2	0,19	1,3	22,9	40
V, Ca-, P	24,7	3,2	0,14	1,1	21,4	35
V, Ca+, O	19,8	2,8	0,27	1,2	22,3	53
V, Ca+, O	23,3	1,8	0,21	1	19,5	49
V, Ca+, K	18,4	2,7	0,31	1,4	26,5	57

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Vuoden 2003 siemenen jälkivaikutus

Jälkivaikutustestauksessa tutkittiin tuotantotaustan vaikutusta siemenperunan seuraavana vuonna tuottamaan uuteen kasvustoon ja satoon. Vuoden 2003 sadosta saadut siemenperunat istutettiin MTT Ruukin Limingan koekentälle vuonna 2004. Olosuhteet olivat kaikille koejäsenille samanlaiset. Lannoituksena annettiin 750 kg/ha Perunan Y1 (N60–P38–K143). Kuvissa 7–10 on ensin esitelty tulokset koejäsenittäin samassa järjestyksessä kuin vuoden 2003 tuloksissa. Tämän jälkeiset pylvää esittelevät samat koetulokset erilaisina

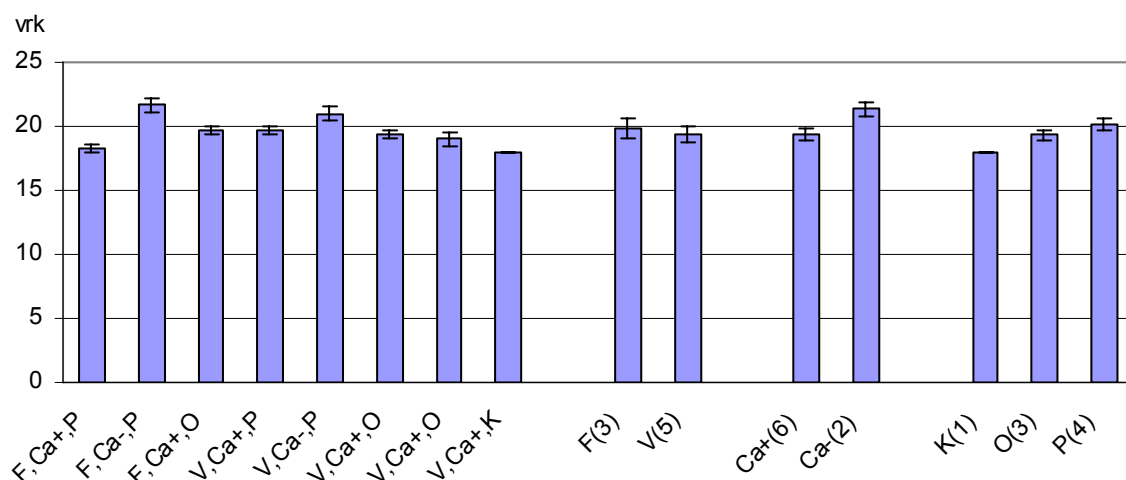
yhteenvedoina (lajikevaikutus: F = Fambo, V = Van Gogh; kalsiumtaustan vaikutus: Ca+ = kalsiumrikas, Ca- = kalsiumköyhä; esikasvivaikutus: K = kaura, O = ohra, P = peruna). Suluissa oleva luku kertoo kuinka monen koejäsenen tiedoista keskiarvo on laskettu.

Eri tuotantotaustojen välillä oli selkeitä eroja jo taimettumisessa (Kuva 7). Kalsiumköyhällä maalla edellisenä vuonna kasvanneet koejäsenet taimettuivat selvästi muita hitaammin. Keskimäärin kalsiumrikkaiden ja kalsiumköyhien maiden ero taimettumisessa oli lähes 2 vuorokautta.

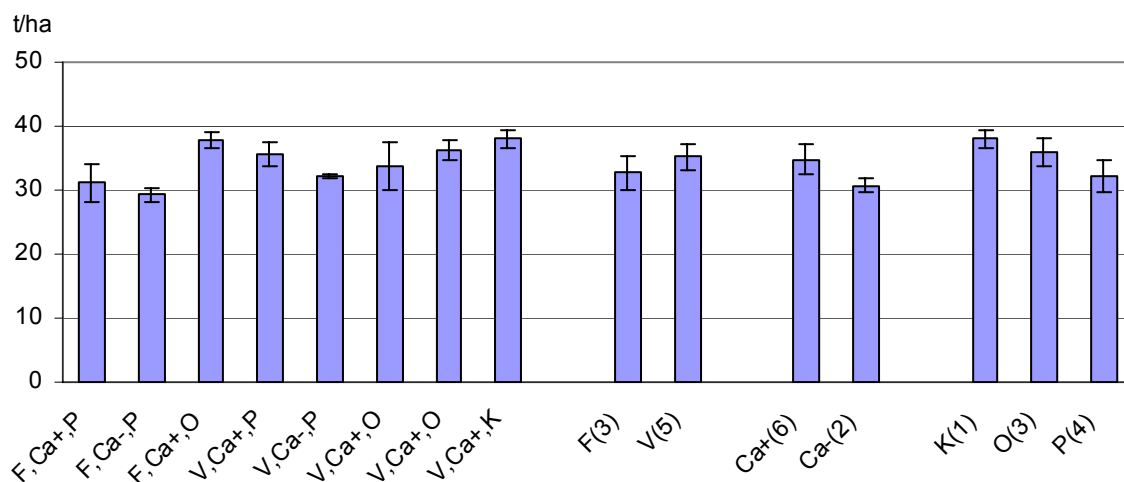
Hidas alkukehitys vaikutti kalsiumköyhien koejäsenten kehitykseen koko kasvukauden ajan, ja tuotantolohkon jälkivaikutus näkyi myös sadon määrässä (Kuva 8). Vaikutus oli lähes yhtä selvä kuin taimettumisessa. Parin kalsiumrikkaan koejäsenen sato jäi myös melko alhaiseksi, mutta keskimäärin kalsiumrikkaiden ja kalsiumköyhien tuotantolohkojen jälkivaikutusero sadossa oli 4 tonnia hehtaarilla. Sadon tärkkelyspitoisuuksissa ei ollut eroa kalsiumtaustojen välillä (Kuva 9).

Esikasvien vaikutukset olivat pieniä (Kuva 7 ja 8). Kaura-koejäsen taimettui nopeimmin ja tuotti suurimman sadon, mutta kokeessa oli mukana vain yksi kauralohko, mikä heikentää tulosten merkitsevyyttä. Esikasveista heikoimman jälkivaikutuksen tuotti peruna. Tulokseen vaikuttaa kuitenkin kalsiumköyhien koejäsenten alhaisempi satotaso. Muut esikasvikoejäsenet kasvoivat kaikki kalsiumrikkailla mailla.

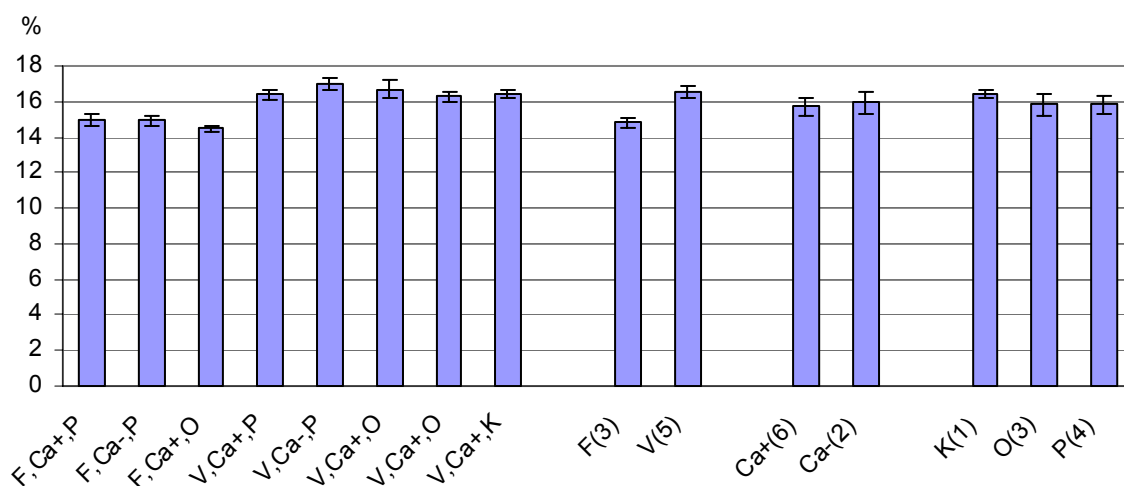
Mukulan kalsiumpitoisuudet olivat sadekesänä 2004 poikkeuksellisen korkeita (Kuva 10). Yli 100 mg/kg pitoisuudet ovat ns. eurooppalaista tasoa. Eri tuotantotaustojen välillä ei ollut eroa kalsiumpitoisuudessa, vaikka aikaisemmissa MTT Ruukin jälkivaikutuskokeissa on saatu viitteitä siitä, että siemenperunan kalsiumtasolla voi olla vaikutusta myös siitä saatavan sadon kalsiumpitoisuuteen (Forsman ym. 2004). Van Gogh -lajikkeella kalsiumpitoisuus oli Famboa suurempi. Tuotantotaustojen välillä ei ollut eroja muissakaan tutkituissa ravinteissa (P, Mg, K).



Kuva 7. Jälkivaikutussatojen taimettuminen (vrk) 2004. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.

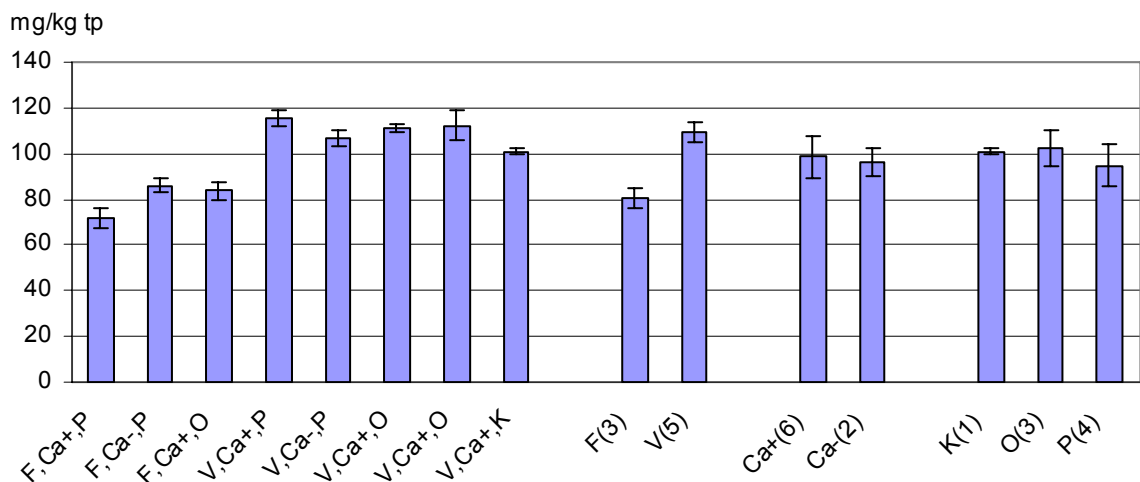


Kuva 8. Jälkivaikutussadot (t/ha) vuonna 2004. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.



Kuva 9. Sadon tärkkelyspitoisuudet (%) jälkivaikutuskokeessa 2004. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.

Jälkivaikutussadon ulkoisessa laadussa oli joitakin eroja koejäsenten välillä (Taulukko 13). Kalsiumköyhien maiden jälkivaikutussadoissa oli hieman vähemmän seittirupea ja terveiden mukuloiden osuus sadosta oli keskimäärin hieman suurempi kuin muilla koejäsenillä. Mukuloiden seittirupisuuteen voi vaikuttaa kalsiumköyhän lohkon koejäsenien muita hitaampi kehitys. Myöhäisemmän tuleentumisen vuoksi seittiruven muodostumisaika oli niillä muita koejäseniä jonkin verran lyhyempi. Myös lajikkeiden välillä oli eroja ulkoisessa laadussa. Fambo-lajikkeella oli enemmän vihertyneitä mukuloita kuin Van Goghilla, mikä kertoo Fambon tavasta muodostaa mukulapesä lähemmäksi penkin pintaa. Myös perunarupea oli enemmän Fambo-lajikkeella.



Kuva 10. Mukulan kalsiumpitoisuudet (mg/kg tuorepainossa) jälkivaikutuskokeessa 2004. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.

Taulukko 13. Sadon ulkoinen laatu jälkivaikutuskokeessa 2004. Terveiden ja vioittuneiden mukuroiden osuus sadosta painoprosenteina.

Koejäsen	Ter- veet	Rupi >10 %	Seitti- rupi >10%	Pinta- viat	Malto- viat	Korkkiu- tuneet halkeamat	Ontot, keskeltä ruskeat	Epä- muotoi- set	Mallon väri- virheet	Viherty- neet
F, Ca+, P	41	22	28	3,0	3,1	0	0	0,6	0	6,8
F, Ca-, P	47	20	14	4,2	2,5	2,5	0	1,2	1,1	15,0
F, Ca+, O	40	21	34	3,5	0,9	1,6	0	1,5	0	7,9
V, Ca+, P	54	14	15	8,1	5,8	1,7	2,3	2,7	0	1,8
V, Ca-, P	67	8	8	8,4	5,2	0	1,2	0,2	0,2	1,7
V, Ca+, O	48	11	13	14,0	5,4	0	5,4	1,6	3,3	0,6
V, Ca+, O	49	10	12	14,0	6,0	0	7,9	0,9	0,9	2,6
V, Ca+, K	50	13	13	6,7	11,0	0	4,9	1,0	0	3,1

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Vuoden 2004 siementuotanto

Vuoden 2004 siementuotantokokeissa oli mukana seitsemän tuotantolohkoa. Näistä kolmella viljeltiin Fambo-lajiketta ja neljällä Van Goghia. Edellisen vuoden tapaan mukana oli maan kalsiumtason vaikutusten selvittämiseksi sekä kalsiumköyhiä että kalsiumrikkaita tai -lannoitettuja maita. Kalsiumrikkaiden maiden kalsiumpitoisuudet olivat yhtä koejäsen-tä lukuun ottamatta yli 1000 mg/l (Taulukko 15). Lisäksi kalsiumlannoitusta annettiin 40–80 kg/ha (Taulukko 14). Kalsiumköyhät koejäsenet kasvoivat samalla loholla kuin edelli-senäkin vuonna. Maan kalsiumpitoisuus oli alle 300 mg/l.

Esikasvina lohkoilla oli joko peruna tai ohra. Peruna oli esikasvina yhteensä viidellä tuo-tantolohkolla, ohra kahdella. Samoin kalsiumrikkaita maita oli viisi ja kalsiumköyhiä kak-si. Kokeessa oli mukana useampia lohkoja samoilta tiloilta, jotta viljelytekniikan vaihtelu vaikuttaisi tuloksiin mahdollisimman vähän.

Taulukko 14. Siementuotantolohkojen viljelytiedot 2004.

Lajike	Esikasvi	Ca-tilanne	Lannoitus (kg/ha)						Istutus	Nosto
			Lannoite	Määrä	N	P	K	Ca		
Fambo	Peruna	Ca-rikas	Puutarhan Y 2	600	36	36	114		1.6.	7.9.
			Superfosfaatti	400		36		80		
			Kaliumsulfaatti	100			40			
			Ravinteita yhteensä		36	72	154	80		
Fambo	Peruna	Ca-köyhä	Perunan Y 2	667	60	13	147		20.5.	8.9.
			Ravinteita yhteensä		60	13	147			
Fambo	Ohra	Ca-rikas	Puutarhan Y 2	600	36	36	114	6	2.6.	7.9.
			Superfosfaatti	300		27		60		
			Kaliumsulfaatti	100			40	66		
			Ravinteita yhteensä		36	63	154	66		
Van Gogh	Peruna	Ca-rikas	Perunan Y 1	535	43	27	102		30.5.	7.9.
			Superfosfaatti	200		18		40		
			Ravinteita yhteensä		43	45	102	40		
Van Gogh	Peruna	Ca-rikas	Perunan NK 1	550	44		121		2.6.	3.9.
			Superfosfaatti	360		32		72		
			Ravinteita yhteensä		44	32	121	72		
Van Gogh	Peruna	Ca-köyhä	Perunan Y 2	667	60	13	147		20.5.	8.9.
			Ravinteita yhteensä		60	13	147			
Van Gogh	Ohra	Ca-rikas	Perunan Y 1	535	43	27	102	5	30.5.	7.9.
			Superfosfaatti	200		18		40		
			Ravinteita yhteensä		43	45	102	45		

Taulukko 15. Tuotantolohkojen viljavuustiedot 2004. Ravinteiden pitoisuudet mg/l.

Koejäsen	pH	Ca	P	K	Mg	Cu	Mn	Zn	S	Ca/Mg
F, Ca+, P	5,4	691	17,6	79	55	6,1	20	1,9	59	12,6
F, Ca-, P	5,1	291	47,5	111	49	30	78	3,3	25	6,1
F, Ca+, O	5,7	1017	16,4	66	63	6,1	13	1,4	28	16,4
V, Ca+, P	6,5	1119	19,3	94	178	5,9	18	3,9	19	6,4
V, Ca+, P	6,2	1126	19,5	85	104	5,3	9,2	1,7	35	11,1
V, Ca-, P	5,1	291	47,5	111	49	30	78	3,3	25	6,1
V, Ca+, O	6,4	1127	10,1	119	170	3,6	13	3,6	15	6,9

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Vuosi 2004 oli ongelmallinen märkyiden vuoksi. Keskisadot jäivät edellisvuotta selvästi alhaisemmiksi (Taulukko 16). Fambo-lajikkeesta onnistuttiin kuitenkin saamaan tasaisen hyvät sadot kaikilla tuotantolohkoilla, Van Goghin kohdalla oli enemmän vaihtelua. Märkydestä huolimatta kasvustotauteja (perunaseitti ja tyvimätä) ei havaittu millään tuotantolohkolla.

Satojen ulkoinen laatu oli varsin hyvä (Taulukko 17). Sateisen kesän ja erityisen hankalien nosto-olojen vaikutus näkyi nostovaiheessa syntyneiden mekaanisten vikojen suurena osuutena. Perunarupea sen sijaan oli vähän. Kalsiumköyhällä lohkolla viljellyissä peru-

noissa oli paljon seittirupea, koska märkyyden vuoksi sato pakkotuleentui aikaisin. Märkyys ja maan hapettomat olot suosivat tyvi- ja märkämädän puhkeamista, mutta se ei näkynyt sadon ulkoisessa laadussa. Fambo-lajikkeen sadossa ei ollut lainkaan bakteerimätäisiä mukuloita.

Viljelylohkojen kalsiumpitoisuus näkyi sadon ravinnepitoisuuksissa (Taulukko 18). Kalsiumköyhän maan sadon kalsiumpitoisuus oli selvästi alhaisempi kalsiumrikkaisiin maihin verrattuna. Van Gogh-lajikkeen kalsiumpitoisuus oli keskimäärin korkeampi kuin Fambon.

Taulukko 16. Kasvustohavainnot sekä sato ja tärkkelys siementuotantolohkoilla 2004

Koejäsen	Taimettuminen vrk	Versolaikku % yksilöistä	Perunaseitti % yksilöistä	Tyvimätä % yksilöistä	Sato t/ha	Tärkkelys %
F, Ca+, P	26	0	0	0	32,5	13,7
F, Ca-, P	28	0	0	0	29,6	13,0
F, Ca+, O	24	0	0	0	32,9	13,9
V, Ca+, P	23	0	0	0	37,3	16,2
V, Ca+, P	24	0	0	0	17,7	14,0
V, Ca-, P	33	0	0	0	19,7	15,4
V, Ca+, O	22	0	0	0	33,2	16,2

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Taulukko 17. Sadon ulkoinen laatu tuotantolohkoilla 2004. Terveiden ja vioittuneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosenteina.

Koejäsen	Terveet	Rupi > 10 %	Seittirupi > 10 %	Bakteeri- mädät	Pinta- viat	Muut vioitukset
F, Ca+, P	91	0	0	0	4	5
F, Ca-, P	65	1	18	0	4	13
F, Ca+, O	86	0	0	0	10	4
V, Ca+, P	71	2	0	0	16	11
V, Ca+, P	70	0	0	4	14	12
V, Ca-, P	61	1	29	1	3	4
V, Ca+, O	82	1	0	0	12	5

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Taulukko 18. Sadon ravinnepitoisuudet siementuotantolohkoilla 2004.

Koejäsen	Kuiva-aine- pitoisuus %	Ravinnepitoisuudet g/kg ka			
		Ca	Mg	K	Ca mg/kg tp
F, Ca+, P	19,6	0,28	1,4	25,1	54
F, Ca-, P	18,2	0,15	1,4	30,1	28
F, Ca+, O	20,0	0,27	1,4	23,9	54
V, Ca+, P	21,6	0,36	1,5	24,6	76
V, Ca+, P	21,3	0,56	1,5	23,2	119
V, Ca-, P	21,1	0,22	1,3	27,7	46
V, Ca+, O	21,9	0,37	1,4	23,7	80

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Vuoden 2004 siemenen jälkivaikutus

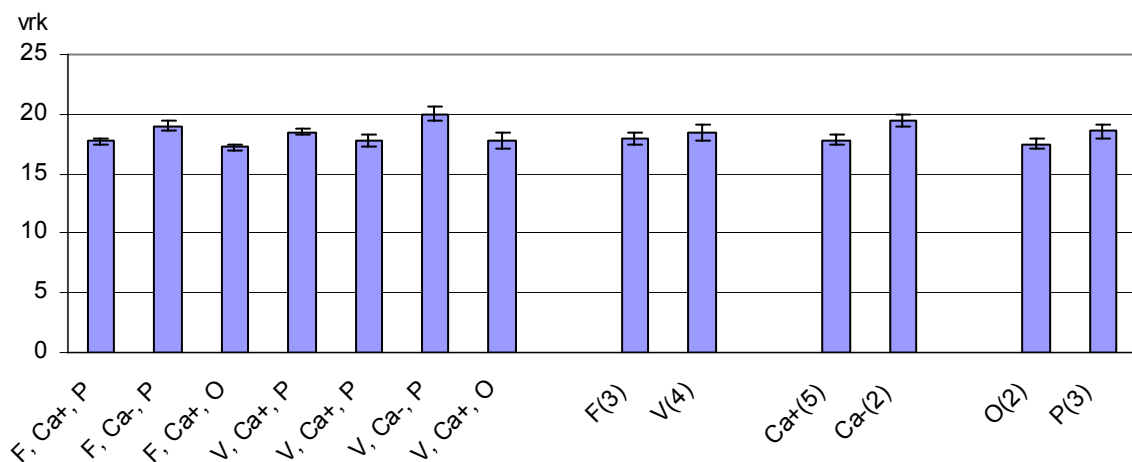
Vuonna 2004 tuotettujen siemenperunoiden jälkivaikutusta tutkittiin MTT Ruukin koekentällä vuonna 2005. Olosuhteet olivat kaikille koejäsenille samanlaiset. Lannoituksena annettiin 750 kg/ha Perunan Y1 (N60–P38–K143). Koe suoritettiin kuten vuoden 2003 sadon jälkivaikutuskoe, mutta ravinnepitoisuuksia ei vuoden 2005 sadosta enää määritetty.

Edellisen vuoden tapaan kalsiumköyhän tuotantolohkon kummatkin lajikkeet taimettuivat selvästi kalsiumrikkaiden lohkojen koejäseniä hitaammin (Kuva 11). Ero oli keskimäärin lähes kaksi vuorokautta. Taimettumisen nopeus vaikutti myös kasvuston kehitykseen. Kuten edellisnäkin vuonna heikko taimettuminen heijastui heikompana satotasona. Kalsiumköyhän tuotantolohkon siemenellä istutetun perunakasvuston sadontuottokyky oli selvästi muita koejäseniä heikompi (Kuva 12). Sadossa ero oli noin 5 tonnia hehtaarilla. Peruna esikasvina tuotti keskimäärin hieman ohraa heikomman jälkivaikutussadon, mutta ero johtui kalsiumköyhien maiden vaikutuksesta peruna esikasvina -koejäsenien keskiarvoon.

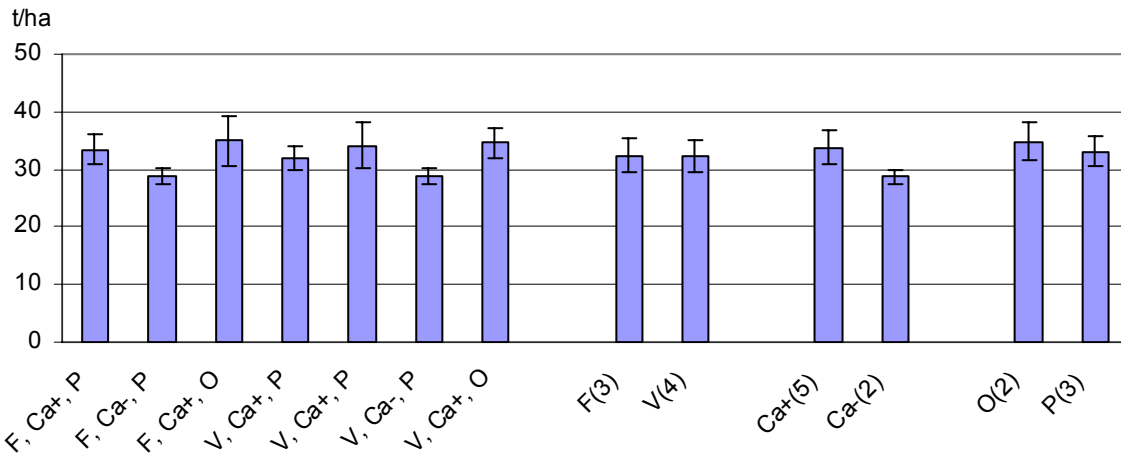
Tuotantotaustalla ei ollut vaikutusta sadon tärkkelyspitoisuuteen. Mukulakokojakaumassa (Kuva 13) oli jonkin verran eroja koejäsenten välillä. Kalsiumköyhien koejäsenten sadossa oli suhteessa enemmän isoja mukuloita kuin kalsiumrikkailta koejäsenillä. Lajikkeista Fambolla suurten mukuloiden osuus oli suurempi kuin Van Goghilla.

Kalsiumköyhän maan huonoa tuotantovaikutusta selittää ainakin osittain perunaseitti. Kalsiumköyhällä lohkolla vuonna 2004 tuotettu siemenperuna oli erittäin seittirupista (Taulukko 17), ja se näkyi vuoden 2005 jälkivaikutuskokeessa. Versolaikkuja ja perunaseittiä oli kalsiumköyhien koejäsenten kasvustossa enemmän kuin muilla koejäsenillä (Kuva 14).

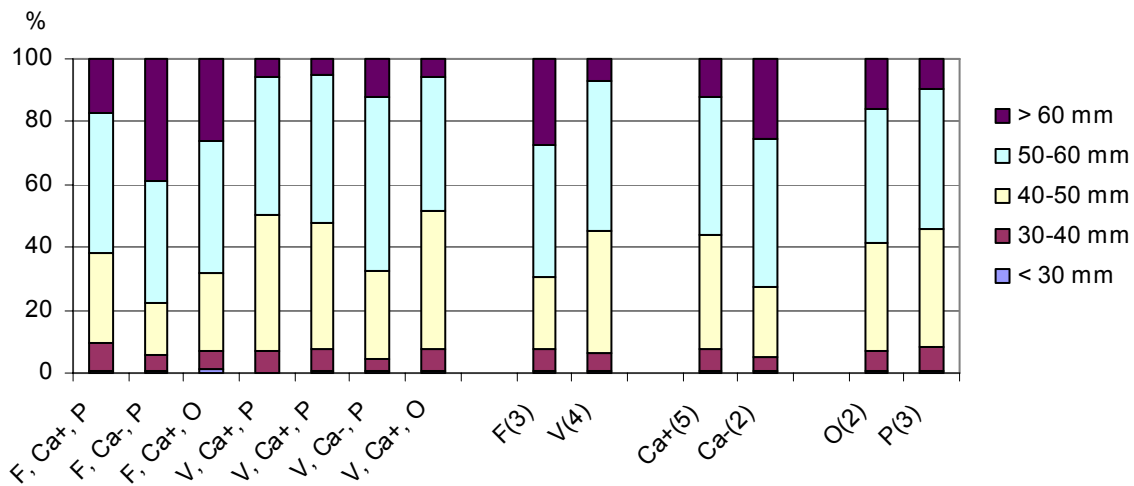
Kasvuston seittisyydestä huolimatta sadossa oli kohtuullisen vähän seittirupea (Taulukko 19). Sen sijaan seitti aiheutti erityisesti Fambolla perunaruven kaltaista mukulan kuorivikaa. Tuotantotaustalla ei ollut vaikutusta sadon ulkoiseen laatuun. Sadossa ei esiintynyt lainkaan märkämätää.



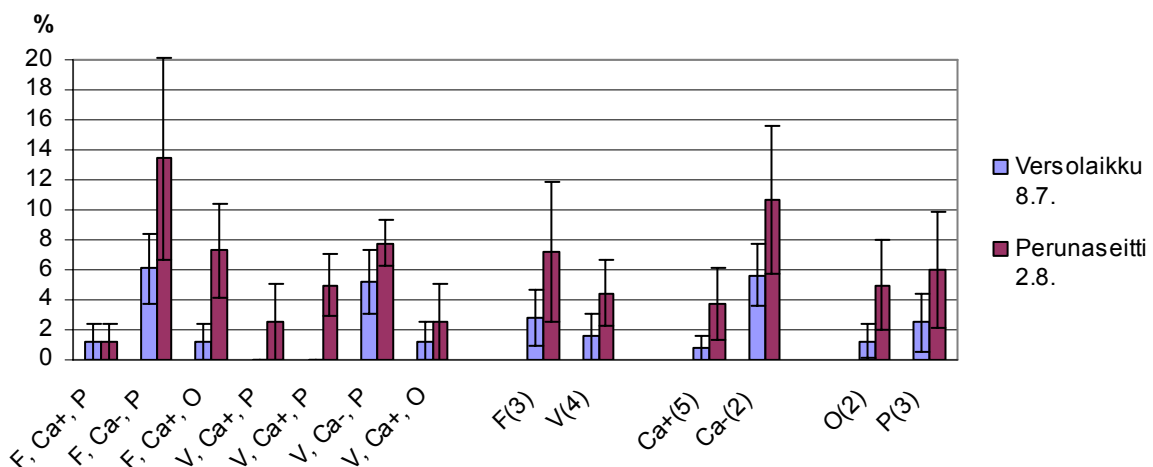
Kuva 11. Jälkivaikutussadon taimettuminen (vrk) vuonna 2005. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.



Kuva 12. Jälkivaikutussadot (t/ha) vuonna 2005. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.



Kuva 13. Jälkivaikutussatojen mukulakokojakauma (%) vuonna 2005. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.



Kuva 14. Versolaikun ja perunaseitin saastuttamien yksilöiden osuus jälkivaikutuskokeen kasvustoissa (% yksilöistä) vuonna 2005. Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä, esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura.

Taulukko 19. Jälkivaikutuskokeen sadon ulkoinen laatu. Terveiden ja vioittuneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosenteina.

Koejäsen	Terveet	Rupi > 10 %	Seittirupi >10 %	Mekaaniset pintaviat	Mekaaniset maltoviat	Epä- muotoiset	Viherty- neet	Muut viat*
F, Ca+, P	9,8	0,3	1,5	1,2	10	3,9	2,5	70
F, Ca-, P	28	3,8	2,2	1,4	5,5	2,9	2,5	53
F, Ca+, O	12	0,4	4,1	0	10	3,3	2,7	68
V, Ca+,P	23	63	1,5	0,2	9,1	0,5	0,2	2,4
V, Ca+,P	22	61	0,7	0	9,7	2,7	0	3,3
V, Ca-, P	18	70	1	0	8,4	0,9	1,5	0
V, Ca+, O	22	63	0,5	0	9,2	2	0	2,6

* Seitin aiheuttama rupi

Koejäsenet: F Fambo, V Van Gogh, Ca+ kalsiumrikas, Ca- kalsiumköyhä

Esikasvi: P peruna, O ohra, K kaura

Yhteenveto

Kalsiumköyhällä maalla tuotettujen siemenperunoiden tuottama jälkivaikutussato oli keskimäärin 14 % (4,8 t/ha) alhaisempi kuin kalsiumrikkailla mailla.

Vuoden 2004 kalsiumköyhän lohkon sadossa oli paljon seittirupea. Jälkivaikutusvuonna 2005 kalsiumköyhillä koejäsenillä olikin perunaseittiä muita enemmän. Seitti ei kuitenkaan vaikuttanut tuotantovuosien 2003–04 tulokseen. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa se, että kalsiumköyhät koejäsenet olivat kumpanakin vuonna samalla loholla.

Kalsiumilla on vaikutusta siemenperunan elinvoimaan itujen kautta. Mukuloiden alhainen kalsiumpitoisuus vaikuttaa suurimmalta selittävältä tekijältä kalsiumköyhien koejäsenten huonoon jälkivaikutussatoon. Tästä tarvitaan kuitenkin lisätietoja useammalta tilalta koostuvista jälkivaikutuskokeista.

Esikasvin vaikutus jälkivaikutussatoon oli pienempi, eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä. Peruna esikasvina tuotti huonoimmat jälkivaikutussadot kumpanakin vuotena, vaikka keskimääräisistä tuloksista poistettaisiin kalsiumköyhällä loholla kasvaneet koejäsenet. Paras esikasvi jälkivaikutussatojen puolesta oli kaura, mutta tämä oli vain yksittäinen havainto. Kaikista tuloksista laskettujen keskiarvojen perusteella peruna esikasvina alensi siemenperunan jälkivaikutussatoa 6 % (2,3 t/ha) ohraan verrattuna. Kaura puolestaan nosti jälkivaikutussatoa 8 % ohraan verrattuna.

3.1.3 Perunan kalsiumlannoitus

Mukuloiden kalsiumpitoisuus on tärkeä laatutekijä. Ruokateollisuusperunalla korkea kalsiumpitoisuus yhdistyy hyvään leikkauskestävyyteen. Siemenperunatuotannossa korkea kalsiumpitoisuus liittyy itujen elinvoimaan ja terveen kasvuston tuottamiseen. Perunan mukula ottaa kalsiumin kuoren läpi tai rönsyjen hiusjuuriston avulla, joten penkin alueen korkea kalsiumpitoisuus on edellytys mukuloiden kalsiumin saannille. Kalsiumin otto tapahtuu koko mukulan kasvun ajan, joten kalsiumin riittävydestä koko kasvukauden ajan on huolehdittava. Lisäksi penkin pitää olla riittävän kostea, jotta kalsiumin otto onnistuu.

Istutuksen jälkeen tapahtuva kalsiumlannoitus vaatii lannoitteelta tai maanparannusaineelta hyvää liukoisuutta, koska sitä ei voi enää sekoittaa muokkauskerrokseen niin tehokkaasti kuin ennen istutusta. Multauksessa lannoite saadaan kuitenkin jonkin verran sekoittumaan maahan. Istutuksen jälkeen annettuna lannoitteiden haittavaikutukset (maan suolaväkevyyden ja pH:n nousu sekä mahdollinen rupivaikutus) kehittyvälle taimelle ovat vähäiset. Lisäksi penkin päällä lannoitus todennäköisesti liukenee hitaammin, jolloin lannoitustehoa on odotettavissa vielä kasvukauden loppuvaiheessa.

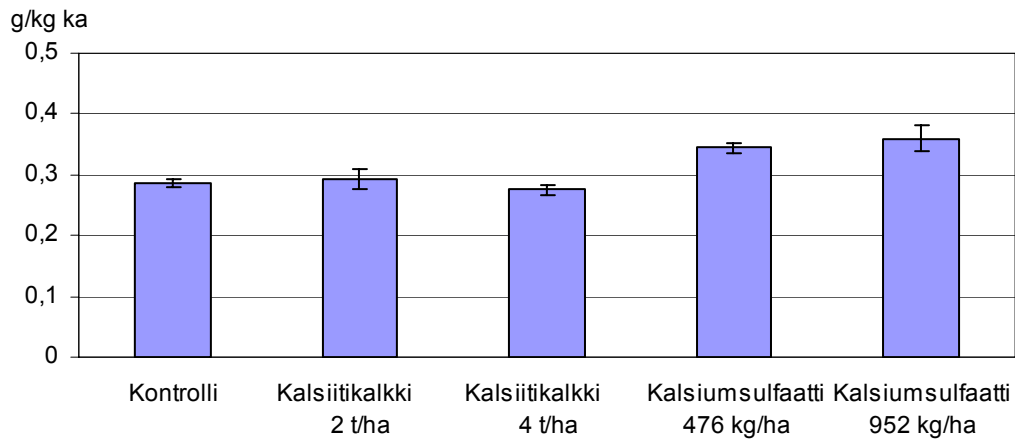
Perunan istutuksen jälkeistä kalsiumlannoitusta testattiin kasvukaudella 2004 kahdella eri tuotteella, kalsiittikalkilla ja kalsiumsulfaatilla (CaSO₄), kalsiumpitoisuudeltaan alhaisella (noin 400 mg/l) perunantuotantolohkolla Tyrnävällä. Koejäsenet olivat kalsiittikalkin (33 % Ca) lisäys 2 tai 4 tonnia hehtaarille (660 tai 1320 kg Ca/ha) ja kalsiumsulfaatin (21 % Ca, tuotenimi Kalsiumravinne, markkinoija Kemira GrowHow) käyttö 476 tai 952 kiloa hehtaarille (100 tai 200 kg Ca/ha). Lisäksi kaikille koejäsenille annettiin ennen istutusta kalsiittikalkkia noin 3 tonnia hehtaarille (990 kg Ca).

Tulosten mukaan kalsiumsulfaatti nosti tehokkaasti mukulan kalsiumpitoisuutta (Kuva 15). Sen sijaan kalsiittikalkki ei vaikuttanut lainkaan sadon kalsiumpitoisuuteen. Tulokset ovat selitettävissä kalsiumsulfaatin kalkkia paremmalla liukoisuudella. Kalkki liukenee vain happamassa ympäristössä, esimerkiksi maahan sekoitettuna. Noston jälkeen syksyllä tehdyissä maan viljavuusanalyysissä (Taulukko 20) näkyy kuitenkin jo kalkin vaikutus maan happamuuteen ja kalsiumpitoisuuteen. Kalkin liukeneminen on saattanut alkaa loppukasvukaudella, tai se on alkanut happaman pintamaan ja kalkin sekoituttua noston yhteydessä. Kalsiumsulfaatilla ei odotetusti ollut vaikutusta maan happamuuteen. Käsittelyillä ei ollut vaikutusta sadon tärkkelyspitoisuuteen tai ulkoiseen laatuun. Ennen istutusta annetulla kalkkilisällä oli jostain syystä vain heikko vaikutus maan happamuuteen ja kalsiumpitoisuuteen.

Osa kalsiumsulfaatin hyvästä tehosta selittyy kasvukauden 2004 suurella sademäärällä (Taulukko 1). Rankat sateet liuottivat kalsiumia ja saattoivat sitä mukulan ulottuville todennäköisesti enemmän, kuin normaalina vuotena olisi tapahtunut.

Taulukko 20. Maan viljavuusanalyysin tulokset keväältä (kokoomanäyte) ja syksyiltä (koejäsenittäin).

Koejäsen	Johtoluku	pH	Ca	P	Ravinnepitoisuus mg/l						
					K	Mg	Cu	Mn	Zn	S	Ca/Mg
<i>Kevät:</i>	1,4	5,3	392	16	70	41	2,5	11	1,2	27	9,6
<i>Syksy:</i>											
Kontrolli	1,7	5,5	449	19	44	36	1,5	12	1,1	71	12,6
Kalsiittikalkki 2 t/ha	1,8	5,7	490	19	46	35	1,6	8	1,0	63	14,2
Kalsiittikalkki 4 t/ha	1,7	5,7	514	18	41	36	1,6	9	1,0	57	14,3
Kalsiumsulfaatti 476 kg/ha	2,6	5,3	455	19	45	38	1,6	15	1,1	114	12,2
Kalsiumsulfaatti 952 kg/ha	3,1	5,3	520	19	43	39	1,6	14	1,1	146	13,6



Kuva 15. Sadon kalsiumpitoisuus (g/kg kuiva-aineessa) eri kalsiumlannoituksilla.

Yhteenveto

Tulokset osoittavat kalsiumsulfaatin eli kipsin lisäävän tehokkaasti mukuloiden kalsiumpitoisuutta. Se ehtii vaikuttamaan kehittyvään satoon, vaikka se lisättäisiin vielä istutuksen jälkeen penkin päälle. Sen sijaan istutuksen jälkeen lisätty kalsiitikalkki ei ehtinyt vaikuttaa kasvamassa olleen sadon kalsiumpitoisuuteen. Tuloksiin vaikuttaa kuitenkin vuoden 2004 suuri sadanta.

3.1.4 Tuotantotaustan vaikutus siemenperunan laatuun

Siemenperunaa tuotetaan Hollannissa melko lyhyen (51–53°) ja Suomessa pitkän päivän (Pohjois-Pohjanmaalla 64–66°) olosuhteissa. Suomen kesäöiden valoisuus kompensoi kasvukauden lyhyyttä (115–150 vrk). Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalla päivänpituus on touko-elokuussa 15–22 tuntia. Siemenperunan käyttölaatuun vaikuttavat ilmastotekijöiden lisäksi myös geneettiset tekijät, maalaji, vesitalous, ravinnesuhteet ja bioottiset tekijät (mm. kasvitaudit ja -tuholaiset).

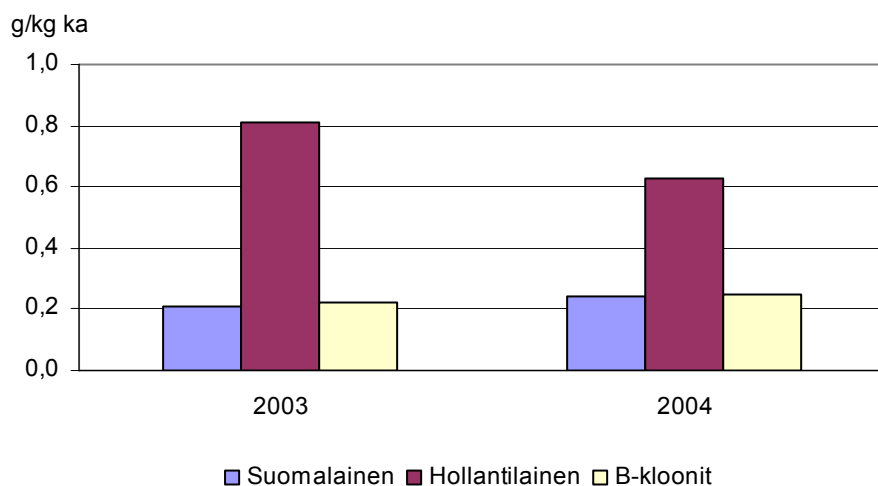
Tässä tutkimuksessa verrattiin Hollannissa ja Suomessa tuotettuja siemenperunoita. Lajikkeena vertailussa oli Fambo, ja sen siemenluokkavaatimukset molemmissa tuotantomaissa (E2 ja SE) vastasivat toisiaan. Vertailussa oli mukana myös samalta lajikkeelta esiperus-siemenen avomaanlisäysvaiheen aineistoa, ns. B-klooneja Suomen siemenperunakeskuksetta. Samat vertailuerät olivat mukana myös tämän hankkeen pesu ja peittäus -osiossa, jossa tulokset esitetään niiltä osin. Hollantilaiset siemenperunat toimitti testauksiin RavintoRaisio Oyj.

Siemenperunan vertailukenttä oli Ruukissa Pohjois-Pohjanmaalla, ja tarkastelu tehtiin siemenperunoiden tarkkelys- ja ravinnepitoisuuden, kehitysrytmin sekä sadontuottokyvyn perusteella vuosina 2003 ja 2004. Istutusvaiheessa sekä suomalaisten että hollantilaisten siemenperunoiden idut olivat pituudeltaan 5-10 mm.

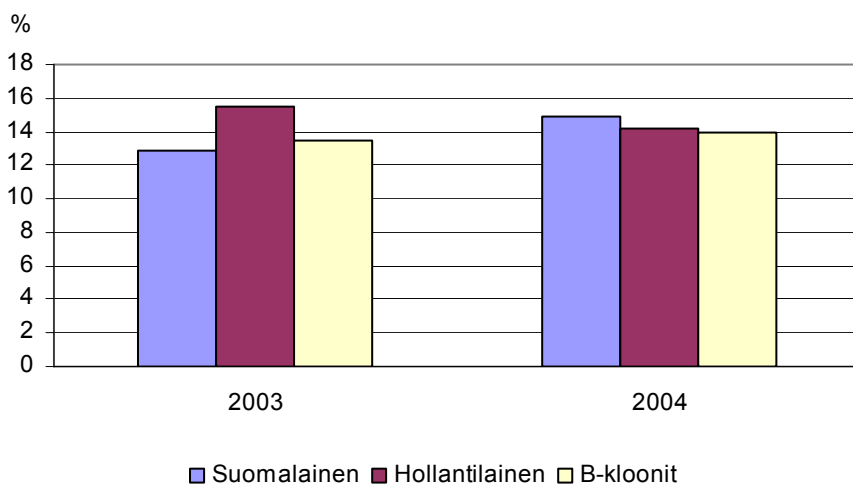
Vertailun tulokset

Siemenperunoista määritettiin keväällä ennen istutusta ravinne- ja tärkkelyspitoisuudet. Hollantilaisissa siemenperunoissa oli kumpanakin vuonna selvästi suomalaisia korkeammat kalsiumpitoisuudet (Kuva 16). Muiden ravinteiden pitoisuuksissa ei ollut eroja. Vuonna 2003 hollantilaisten siemenperunoiden tärkkelyspitoisuus oli korkeampi kuin suomalaisten (Kuva 17). Hollantilaiset siemenperunat taimettuivat keskimäärin 1,5 vuorokautta suomalaisia nopeammin, ja se näkyi myös hieman nopeampana alkukehityksenä (Taulukko 21). Vuonna 2004 hollantilaisten siemenperunoiden tärkkelyspitoisuus oli suomalaisten tasoa, mutta niiden alkukehitys oli suomalaisia hitaampi.

Hollantilaista alkuperää olevien siemenperunoiden tuottamissa kasvustoissa oli eniten perunaseittiä ja tyvimätää. Suomalaiset siemenperunat tuottivat enemmän satoa kuin hollantilaiset siemenperunat (Kuva 18). Sadon tärkkelyspitoisuuksissa tai laadussa ei ollut juurikaan eroja. Vuonna 2004 suomalaisen siemenperunan sadossa oli muita runsaammin seittirupea. B-kloonien tulokset noudattivat kaikilta osin suomalaisen siemenperunan tasoa.



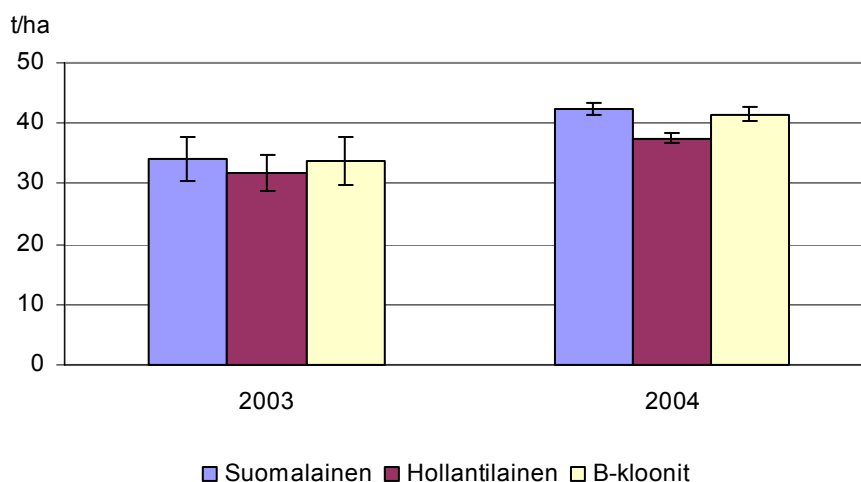
Kuva 16. Suomalaisen ja hollantilaisen siemenperunan kalsiumpitoisuudet vuosina 2003 ja 2004.



Kuva 17. Suomalaisen ja hollantilaisen siemenperunan tärkkelyspitoisuudet vuosina 2003 ja 2004.

Taulukko 21. Suomalaisen ja hollantilaisen siemenperunan taimettuminen, alkukehitys ja kasvustotaudit.

Vuosi	Koejäsen	Taimettuminen vrk	Kehitysaste	Perunaseitti % yksilöistä	Tyvimätä
2003			10.7.		
	Suomalainen	19	37	4,8	0,0
	Hollantilainen	17	40	7,5	0,4
	B-kloonit	18	39	1,3	0,0
2004			28.6.		
	Suomalainen	19	30	0,0	0,0
	Hollantilainen	23	27	0,0	1,0
	B-kloonit	19	30	1,3	0,0



Kuva 18. Suomalaisella ja hollantilaisella siemenperunalla tuotetut sadot (t/ha) vuosina 2003 ja 2004.

Yhteenveto

Tutkimuksessa hollantilaisten siemenperunoiden kalsiumpitoisuus ja vuonna 2003 myös tärkkelyspitoisuus oli suomalaisia korkeampi, mutta sillä ei ollut merkittävää vaikutusta perunoiden kasvuston- tai sadontuottokykyyn. Suomalaiset siemenperunat tuottivat määrällisesti enemmän satoa kuin hollantilaiset. Tähän saattoi vaikuttaa se, että hollantilaisten siemenperunoiden tuottamassa kasvustossa oli hieman enemmän perunaseittiä ja tyvimätää. Sadon laadussa ei ollut merkitseviä eroja.

3.2 Perunatautiin hallinta

Euroopassa, erityisesti Hollannissa, on yleistynyt siemenperunoiden peseminen. Sillä pyritään poistamaan mukulan pinnalla olevaa maata, mikä tehostaa peittausta ja vähentää mukulan pinnalla, korkkihuokosissa ja haavoissa leviäviä taudinaiheuttajia. Tutkittua tietoa pesun vaikutuksista perunan tauteihin on hyvin vähän. Tehokkaaksi osoittautuessaan pesu olisi sekä taloudellinen että ympäristöystävällinen torjuntakeino mukula- ja maavälitteisten tautien torjuntaan. Myös Suomessa kiinnostus pesulaitteiden hankintaan on lisääntynyt.

Suomen siemenperunatuotannon pahimpia tautiongelmia ovat tyvi- ja märkämätä sekä perunaseitti. Tyvi- ja märkämätää aiheuttavat *Erwinia carotovora* alalaji *atroseptica* (Eca), *E. carotovora* alalaji *carotovora* (Ecc) sekä *E. chrysanthemi* (Ech). Eca:a pidetään pääasiallisena tyvimädän aiheuttajana alle 25 °C lämpötiloissa (Pérombelon ym., 1987), mikä selittää sen valta-aseman Suomessa (Harju & Kankila, 1993). Lämpimämmillä alueilla esiintyvä Ech on kuitenkin levinnyt viime vuosina nopeasti yhä pohjoisemmaksi (Lehtinen & Hannukkala, 2004). Tyvimätä ilmenee kasvustossa varren tyven mätänemisenä ja märkämätä mukuloiden mätänemisenä. Taudin tekee erityisen ongelmalliseksi taudinaiheuttajan leviäminen oireettomana eli piilevänä siemenmukuloissa kasvukaudesta toiseen sekä tehokkaiden torjunta-aineiden ja -menetelmien puute. Perunaseittiä aiheuttaa mukula- ja maavälitteinen *Rhizoctonia solani* -sieni. Perunaseitti ilmenee kasvukaudella perunan versoissa versolaikkuna ja perunaseittirihmastona ja satomukuloissa seittirupena.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää siemenperunan pesun, desinfioinnin ja peittauksen vaikutuksia taudinkestävyyteen, erityisesti tyvimätään ja perunaseittiin, sekä perunan kehitykseen ja sadontuottoon. Samalla kokeissa verrattiin suomalaista ja hollantilaista alkuperää olevaa siemenmateriaalia. Pesu-, desinfiointi- ja peittauskokeet toteutettiin kasvukausina 2003–2005 MTT Ruukissa. Kenttäkokeiden taustatiedot ja toimenpiteet on esitetty toteutuskohtaisesti.

3.2.1 Pesu ja otsonointi

Otsoni on tehokas desinfiointiaine, jota käytetään mm. uimahalli-, jäte- ja juomaveden puhdistukseen. Sen teho perustuu voimakkaaseen hapetuskykyyn. Otsoni sekä jossain määrin sen hajoamistuotteena syntyvä OH- -radikaali hapettavat mikrobien soluseinän ja solun sisällön osia, kuten entsyymejä, proteiineja, DNA:ta ja RNA:ta. Konsentraatiot 1–8 mg/l (=ppm) ovat riittäviä eliminoimaan kaikki mikrobit vedestä. Siemenperunoiden pesuun ja desinfiointiin pidetään sopivana pitoisuutena noin 2 ppm, jolloin kosketusajaksi riittää muutama sekunti (Danielson, 2005). Desinfioinnin lisäksi otsoni hapettaa vedessä olevaa orgaanista ainetta helpommin hajoaviksi yhdisteiksi. Veteen mahdollisesti jäljelle jäänyt reagoimaton otsoni hajoaa normaalisti hapeksi.

Pesu ja otsonointi -kokeessa testattiin otsonia sisältävän pesun ja sen jälkeen tehdyn Agri-clean-käsittelyn vaikutuksia perunan kasvuun, taudinkestoon ja sadontuottokykyyn eri perunalajikkeilla.

Kokeen toteutus

Otsonointi toteutettiin hollantilaisella otsonointilaitteella (Lever Otares, tyyppi 309.8.V.IH.136.RX). Otsoni valmistettiin laitteen puskurisäiliössä (4 m³) johtamalla hapetta veteen (20 g/m³) 0,9 barin paineella. Otsonoitu vesi (2 ppm) levitettiin rullapöydällä oleville perunoille sumutussuuttimilla, minkä jälkeen perunat kuivattiin välittömästi rullapöydälle ohjatun tuuletuksen avulla. Kuivauksen jälkeen perunat käsiteltiin 3 % Agri-

clean-liuoksella (vaikuttava aine modifioitu natriumkloridi) sumutuskäsittelynä ja varastoitettiin 25 kg:n idätyslaatikoissa n. 12 °C:ssa 2–4 viikkoa.

Koe toteutettiin kahtena kasvukautena. Kokeessa oli mukana vuonna 2003 neljä lajiketta ja vuonna 2004 kolme lajiketta (Taulukko 22). Pesun vaikutusta perunan kasvuun ja ominaisuuksiin tutkittiin Ruukissa suoritetuissa kenttäkokeissa. Ennen istutusta toteutettujen pesukäsittelyjen lisäksi koeruuduilla suoritettiin normaalit hoitotoimenpiteet (Taulukko 23).

Taulukko 22. Pesu ja otsonointi -kokeen lajikkeet ja käsittelyt vuosina 2003 ja 2004.

Käsittely	Lajike	
	2003	2004
Pesemätön	Asterix	Asterix
Pesty	Asterix	Asterix
Pesemätön	Idole	Bellona
Pesty	Idole	Bellona
Pesemätön	Lady Claire	Fambo
Pesty	Lady Claire	Fambo
Pesemätön	Suvi	
Pesty	Suvi	

Taulukko 23. Pesu ja otsonointi -kokeen taustatiedot ja toimenpiteet 2003 ja 2004.

Vuosi:	2003	2004
Koepaikka:	MTT Ruukki, Santapelto	MTT Ruukki, Riihipelto
Koeolot:		
- maalaji	KHt	KHt
- pH (kevät)	6,5	6,0
- Ravinteet (kevät)	Ca 896 - K 52 - P 29 - Mg 49	Ca 848 - K 41 - P 17 - Mg 61
- pH (syksy)	6,3	6,0
- Ravinteet (syksy)	Ca 1019 - K 70 - P 27 - Mg 12	Ca 837 - K 29 - P 16 - Mg 70
Lannoitus:	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143)	Perunan Y1 500 kg (40 - 25 - 95)
Istutus:	5.6.	26.5. (Juko 120S puoliautomaatti)
Istutustiheys / riviväli:	28 cm / 80 cm	28 cm / 80 cm
Rikkakasvintorjunta:	24.6. Titus 20 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha 4.7. Titus 30 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha	18.6. Afalon 2 l/ha, 22.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha, 14.7. Agil 1 l/ha
Rutontorjunta:	15.7. Acrobat 2 kg/ha, 22.7., 31.7. Dithane 2 kg/ha 7.8., 14.8., 20.8. Shirlan 0,4 l/ha	14.7. Shirlan 0,4 l/ha, 21.7. Tattoo 3 l/ha, 29.7. Tattoo 4 l/ha, 4.8. Acrobat 2 kg/ha, 7.8., 14.8., 19.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	17.9.	21.9.

Tulokset 2003

Sekä siemenperunan pesu että lajike vaikuttivat kokonaissatoon ja tärkkelyspitoisuuteen (Taulukko 24, Kuva 19 ja 20). Pesu alensi perunoiden kokonaissatoa ja tärkkelyspitoisuutta merkittävästi. Pestyillä perunoilla myös hajonta sadossa ja tärkkelyspitoisuudessa oli suurempi kuin pesemättömillä perunoilla. Lajikkeiden välillä oli merkitseviä eroja sekä sadontuottokyvyssä että sadon tärkkelyspitoisuudessa, mutta kaikki lajikkeet reagoivat pesuun samalla tavalla, eli lajikkeen ja käsittelyn välillä ei ollut yhdysvaikutusta.

Terveiden mukuloiden osuus sadossa oli vain noin 30 % (Taulukko 25). Eniten ulkoisen laadun vioituksia aiheutti perunarupi. Pesu ei vaikuttanut terveiden, rupisten tai seittirupis-

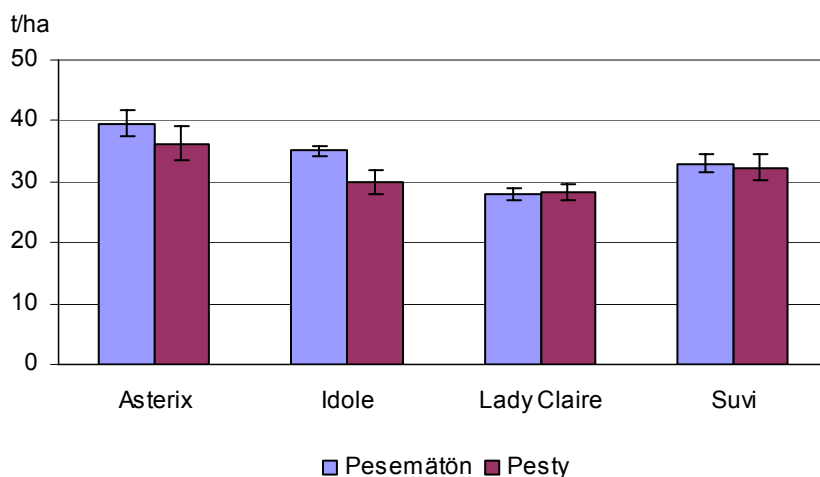
ten mukuloiden osuuteen sadossa. Sen sijaan lajikkeiden välillä oli selviä eroja taudinkes-
tävydessä. Idole ja Asterix -lajikkeet olivat selvästi alttiimpia ruvelle kuin Lady Claire ja
Suvi. Keittolaadussa ei havaittu eroja käsittelyiden välillä.

Taulukko 24. Pesun ja lajikkeen vaikutus satoon, tärkkelyspitoisuuteen sekä terveiden ja rupisten
mukuloiden osuuteen sadossa.

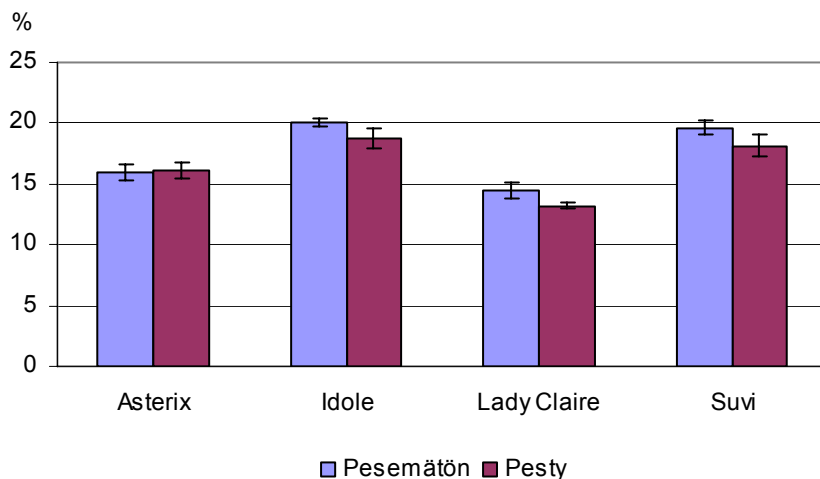
Koejäsen	Sato t/ha	Tärkkelys- pitoisuus %	Terveet paino-%	Rupiset (>10 %) paino-%
Pesemätön	33,9	17,7	27,3	32,3
Pesty	31,7	16,3	31,1	56,1
F-testi (käsittely)	*	***	ns	ns
Asterix	38,0 a	12,2 b	23,0 ab	62,5 ab
Idole	32,4 b	14,7 b	12,8 b	78,3 a
Lady Claire	28,1 c	19,8 a	38,6 a	42,9 b
Suvi	32,7 b	18,5 a	36,5 a	53,0 b
F-testi (lajike)	***	***	***	***
F-testi (yhdysvaikutus)	ns	ns	ns	ns

Merkkien selitykset: *** p<0,001, * p<0,05, ns ei merkitsevää eroa

Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyystasolla p<0,05



Kuva 19. Pesun ja lajikkeen vaikutus kokonaissatoon.



Kuva 20. Pesun ja lajikkeen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen

Taulukko 25. Pesun ja lajikkeen vaikutus sadon ulkoiseen laatuun vuonna 2003 Terveiden ja vioituneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosentteina.

Lajike	Käsittely	Terveet	Rupi > 10 %	Seittirupi > 10 %	Muut sienitaudit	Muut vioitukset
Asterix	Pesemätön	28	64	10	2	5
Asterix	Pesty	30	61	7	4	10
Idole	Pesemätön	7	91	17	1	5
Idole	Pesty	19	65	22	4	43
Lady Claire	Pesemätön	38	47	25	2	2
Lady Claire	Pesty	40	39	27	1	3
Suvi	Pesemätön	37	47	27	9	14
Suvi	Pesty	36	59	2	1	7

Tulokset 2004

Vuonna 2004 siemenperunan pesu alensi satoa noin 10 % verrattuna pesemättömään kontrolliin (Taulukko 26, Kuva 21). Se ei kuitenkaan vaikuttanut tärkkelyspitoisuuteen, taudinkestävyyteen tai sadon ulkoiseen laatuun (Kuva 22 ja 23). Sen sijaan lajikkeiden välillä oli eroja sekä sadon määrässä että laadussa. Lajikkeiden Fambo ja Bellona sato oli suurin ja lajikkeiden Fambo ja Asterix tärkkelyspitoisuus korkein. Bellona oli näistä lajikkeista kestävin seittirupea vastaan.

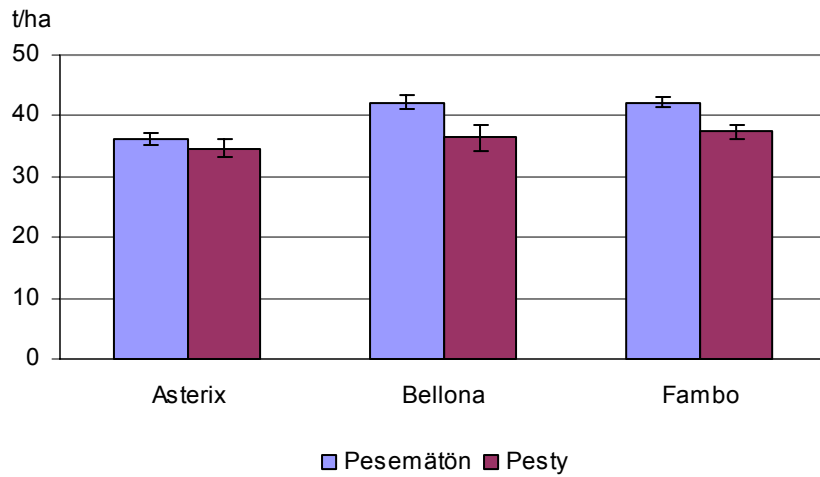
Siemenperunoiden pesu näytti hidastavan taimettumista. Vaikutus oli suurin Fambo-lajikkeella (Taulukko 27). Myös kasvuston alkukehityksen aikana pestyt koejäsenet olivat muista jäljessä, mutta myöhemmin kasvukaudella kehityserot tasoittuivat. Kasvukauden aikaisia kasvustotauteja kuten perunaseittiä ja tyvimätää koeruuduilla ei juuri esiintynyt, joten käsittelyn mahdollista vaikutusta niihin ei voida arvioida.

Taulukko 26. Pesun ja lajikkeen vaikutus satoon, tärkkelyspitoisuuteen sekä seittiruvettomien ja seittirupisten osuuteen sadossa.

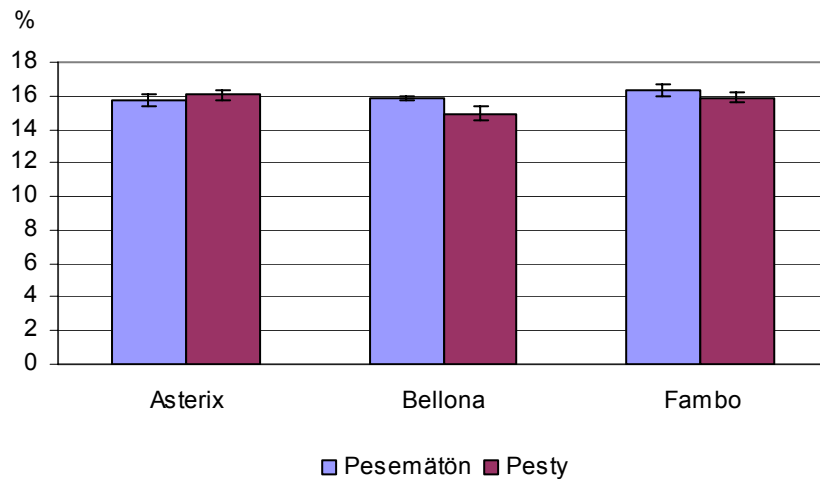
Koejäsen	Sato t/ha	Tärkkelys- pitoisuus %	Seittiruvettomien osuus paino-%	Seittirupisten >10 % osuus paino-%
Pesemätön	40,2	15,6	82,3	16
Pesty	36,2	16	80	16,7
F-testi (käsittely)	***	ns	ns	ns
Asterix	35,4 b	15,9 ab	71,4 b	26,0 a
Bellona	39,4 a	14,4 b	90,0 a	9,5 b
Fambo	39,8 a	16,2 a	85,3 b	13,5 ab
F-testi (lajike)	***	*	***	*
F-testi (yhdysvaikutus)	ns	ns	ns	ns

Merkkien selitykset: *** p<0,001, * p<0,05, ns ei merkitsevää eroa

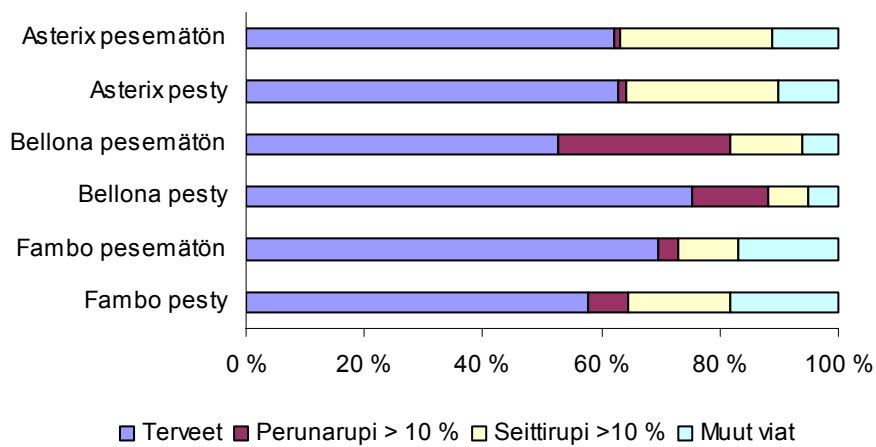
Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevyydellä p<0,05



Kuva 21. Pesun ja lajikkeen vaikutus kokonaissatoon.



Kuva 22. Pesun ja lajikkeen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen.



Kuva 23. Sadon jakautuminen laatuluokkiin ulkoisen laadun osalta. Terveiden ja vioittuneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosentteina.

Taulukko 27. Pesun ja otsonoinnin vaikutus kasvuston kehitykseen. Kehitysasteet Hack'n kehitysasteikon mukaan (Liite 2).

Lajike	Käsittely	Taimettumis- aika vrk	Kehitysasteet						
			6.7.	12.7.	19.7.	26.7.	5.8.	9.8.	21.9.
Asterix	Pesemätön	32	30	33	53	61	68	69	82
Asterix	Pesty	33	30	33	53	60	68	69	83
Bellona	Pesemätön	32	30	35	52	56	60	70	86
Bellona	Pesty	34	25	31	50	55	63	71	85
Fambo	Pesemätön	26	34	51	60	67	70	70	87
Fambo	Pesty	33	30	34	56	62	68	70	85

Yhteenveto

Kokeissa siemenperunat pestiin ensin otsonoidulla vedellä ja käsiteltiin sitten Agriclean-valmisteella. Käsittelyjen vaikutuksia erikseen ei testattu.

Siemenperunan käsittelyt alensivat satoa molempina vuosina ja tärkkelyspitoisuutta toisena vuonna. Käsittelyt näyttivät hidastavan kasvuston taimettumista ja alkukehitystä. Taudinkestävyyteen käsittelyillä ei ollut vaikutusta.

Lajikkeet reagoivat käsittelyihin samansuuntaisesti, mutta niillä oli keskinäisiä eroja sadontuottokyvyssä ja taudinkestävyydessä.

3.2.2 Pesu ja desinfiointi

Pesulla ja desinfioinnilla pyritään poistamaan mukulan pinnalla, korkkihuokosissa ja haavoissa leviäviä taudinaiheuttajia ja siten vähentämään taudin leviämistä siemenaineiston välityksellä. Lisäksi joillakin desinfiointiaineilla voi olla suojaava vaikutus, jolloin desinfioinnilla pyritään vähentämään myös maasta peräisin olevaa tartuntaa. Desinfiointin haittavaikutuksena on, että tuhotessaan taudinaiheuttajia se voi myös hävittää perunan pinnalla mahdollisesti olevia hyödyllisiä antagonisteja.

Kokeen toteutus

Pesu ja desinfiointi -kokeessa vertailtiin erilaisten pintadesinfiointiaineiden vaikutuksia perunan kehitykseen, satoon ja taudinkestävyyteen. Koe toteutettiin vuosina 2003 ja 2004, ja mukana oli yhteensä viisi eri tuotetta: natriumhypokloriitti, etanoli, Everbrite, Reciclean ja kalsiumnitraatti (Taulukko 28).

- Natriumhypokloriittia käytetään desinfiointiaineena mm. talousvedenpuhdistamoilla ja erilaisten kohteiden pintasteriloinnissa. Vedessä hypokloriitti dissosioituu hypokloorihapoksi ja hypokloori-ioniksi. Hypokloorihapon osuus liuoksessa määrää desinfiointitehon, sillä neutraalina yhdisteenä hypokloorihappo voi helposti tunkeutua negatiivisesti varautuneiden bakteerien sisään. Vesiliuoksen pH vaikuttaa hypokloorihapon ja hypokloori-ionin suhteelliseen osuuteen.
- Etanolia eri pitoisuuksina käytetään yleisesti erilaisten kohteiden pintasterilointiin.

- Everbrite (tehoaineina ammoniumklorideja 4,5 %) on desinfiointiaine, jota suositellaan pintasterilointiin. Se on tehokas useimpia bakteereja ja sieniä vastaan.
- Reciclean W1 + W2 (tehoaineina vetyperoksidi ja muurahaishappo) on puutarhavielijöille kehitetty kasteluveden ja kastelujärjestelmien puhdistus- ja desinfiointiaine.
- Kalsiumnitraattiruiskutuksella pyritään lisäämään mukulan kalsiumpitoisuutta, jolla puolestaan voi olla vaikutusta taudinkestävyyteen.

Vuonna 2003 koe toteutettiin kahdessa osassa (Taulukko 28), jotta käsittelemätön koejäsen ja Everbritten 0,5 %:n liuos -käsittely saatiin kentälle maahantuojan toivomuksen mukaisesti mahdollisimman lähelle toisiaan.

Kokeet toteutettiin MTT Ruukin koekentillä. Asterix-lajikkeen siemenperunat pestiin ja desinfioitiin upottamalla ne viideksi minuutiksi liuoksiin. Kontrollina toimineen koejäsenen ”Pesemätön” siemenperunoita ei käsitelty mitenkään. Kenttäkoe istutettiin 2–5 tunnin kuluttua käsittelyistä, jolloin siemenperunoiden pinta ehti kuivahtaa. Istutusta edeltäneiden käsittelyjen lisäksi koeruuduilla suoritettiin normaalit viljelytoimenpiteet (Taulukko 29).

Taulukko 28. Pesu ja desinfiointi -kokeiden käsittelyt.

Vuosi		Koejäsen
2003	a)	Pesemätön Natriumhypokloriitti 1 % liuos Etanoli 70 % liuos Everbrite 1 % liuos
2003	b)	Pesemätön Everbrite 0,5 % liuos
2004		Pesemätön Natriumhypokloriitti 1 % liuos Reciclean 300 mg/l Kalsiumnitraatti 1 % Ca

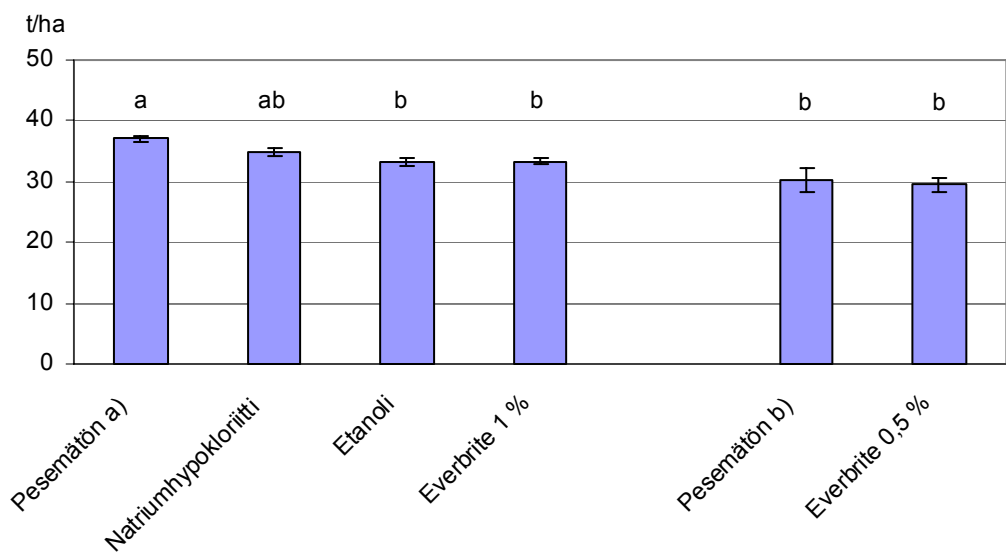
Taulukko 29. Pesu ja desinfiointi -kokeiden taustatiedot ja toimenpiteet vuosina 2003 ja 2004.

Vuosi:	2003	2004
Koepaikka:	MTT Ruukki, Santapelto	MTT Ruukki, Riihipelto
Lajike	Asterix	Asterix
Koeolot:		
- maalaji	KHt	KHt
- pH (kevät)	a) 6,5 b) 6,8	6,6
- Ravinteet (kevät)	a) Ca 1048 - K 31 - P 47 - Mg 60 b) Ca 1168 - K 26 - P 39 - Mg 57	Ca 1708 - K 90 - P 20 - Mg 137
- pH (syksy)	a) 6,3 b) 6,4	6,6
- Ravinteet (syksy)	a) Ca 1351 - K 28 - P 84 - Mg 70 b) Ca 1195 - K 26 - P 68 - Mg 61	Ca 1712 - K 99 - P 25 - Mg 140
Lannoitus:	Perunan kalsium Y1 100 kg (60 - 30 - 150)	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143)
Istutus:	a) 5.6. b) 10.6.	8.6.
Istutustiheys/riviväli:	28 cm / 80 cm	28 cm / 80 cm
Rikkakasvintorjunta:	a) 24.6. Titus 20 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha 4.7. Titus 30 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha b) 4.7. Titus 30 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha	17.6. Afalon 2 l/ha, 20.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha, 14.7. Agil 1 l/ha
Rutontorjunta:	15.7. Acrobat 2 kg/ha, 22.7., 31.7. Dithane 2 kg/ha 7.8., 14.8., 20.8. Shirlan 0,4 l/ha	14.7. Shirlan 0,4 l/ha, 21.7. Tattoo 3 l/ha 29.7. Tattoo 4 l/ha, 4.8. Acrobat 2 kg/ha, 8.8., 14.8., 19.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	15.9.	31.8.

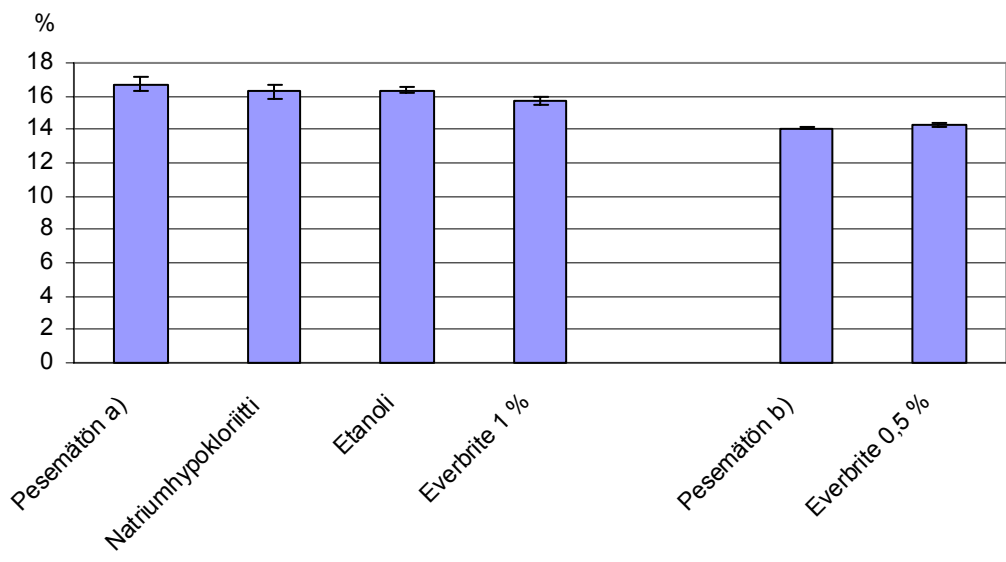
Tulokset 2003

Kokeessa a) kaikki pesu- ja desinfiointikäsitellyt alensivat kokonaissatoa pesemättömään kontrolliin verrattuna (Kuva 24). Sadonalennukset olivat tilastollisesti merkitseviä natriumhypokloriittikäsitelyä lukuun ottamatta. Sen sijaan kokeessa b) 0,5-prosenttinen Everbrite-liuos ei vaikuttanut satoon. Eri pesu- ja desinfiointikäsitelyjen sadoissa ei ollut merkitseviä eroja. Käsitelyillä ei ollut vaikutusta sadon tärkkelyspitoisuuteen (Kuva 25).

Terveiden mukuloiden osuus sadossa oli alle 20 % (Taulukko 30). Eniten ulkoisen laadun vioituksia aiheutti perunarupi. Pesu- ja desinfiointikäsitellyt eivät vaikuttaneet terveiden tai rupisten mukuloiden osuuteen sadossa. Seittirupea esiintyi enemmän kokeessa b) kuin kokeessa a), mutta käsittelyiden väliset erot eivät olleet merkitseviä. Käsitelyillä ei ollut vaikutusta sadon keittolaatuun.



Kuva 24. Pesu- ja desinfiointikäsittelyjen vaikutus satoon. Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi ($p < 0,05$).



Kuva 25. Pesu- ja desinfiointikäsittelyjen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen.

Taulukko 30. Pesu- ja desinfiointikäsittelyjen vaikutus sadon ulkoiseen laatuun vuonna 2003. Terveiden ja voittuneiden mukuloiden osuus painoprosenteina.

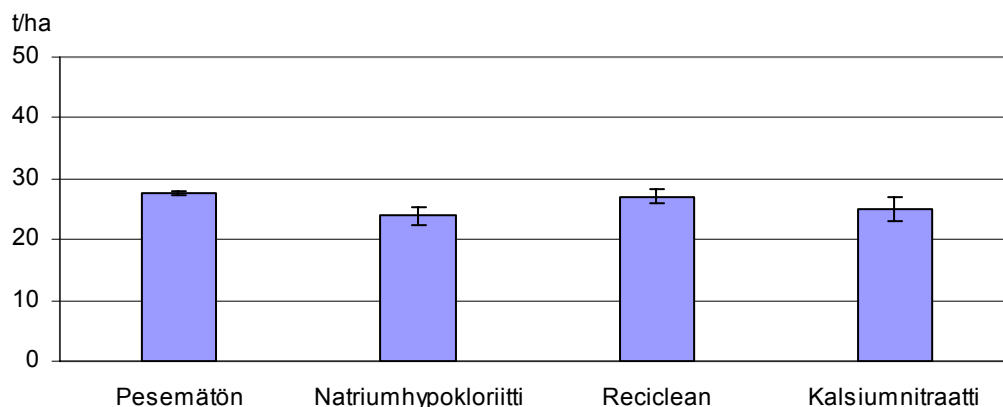
Koejäsien	Terveet	Perunaru- rupi > 10 %	Seittri- rupi > 10 %	Pinta- viat	Korkkiu- tuneet halkeamat	Epä- muotoiset	Muut viotukset
Koe a)							
Pesemätön	16	83	3	2	0	2	0
Natriumhypokloriitti	21	73	18	3	4	2	3
Etanoli	12	86	8	2	1	0	1
Everbrite 1 %	8	87	15	1	2	4	5
Koe b)							
Pesemätön	15	75	32	7	12	3	3
Everbrite 0,5 %	15	77	32	15	8	7	1

Tulokset 2004

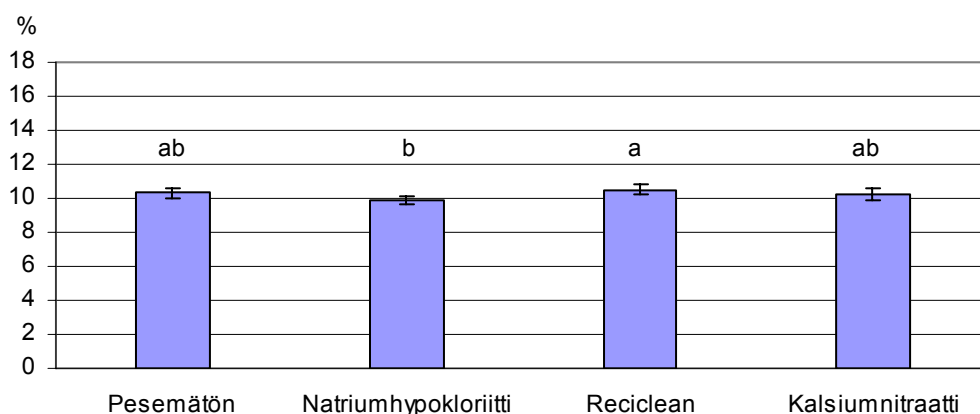
Pesu- ja desinfiointikäsitteilyt eivät vaikuttaneet kokonaissatoon vuonna 2004 (Kuva 26). Myös tärkkelyspitoisuuksissa käsitteilyjen väliset erot olivat pieniä. Siemenperunan käsitteily natriumhypokloriitilla tuotti kuitenkin merkitsevästi pienemmän tärkkelyspitoisuuden kuin Reciclean-käsitteily (Kuva 27).

Perunakasvustossa esiintyi runsaasti versolaikkua (Kuva 28). Pesemättömässä kontrollissa 18 % kasveista oli versolaikkuisia. Kaikki desinfiointikäsitteilyt näyttivät lisäävän versolaikkuisen osuutta jonkin verran, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Lisäys oli suurin, yli 10 %, kalsiumnitraattikäsitteilyllä.

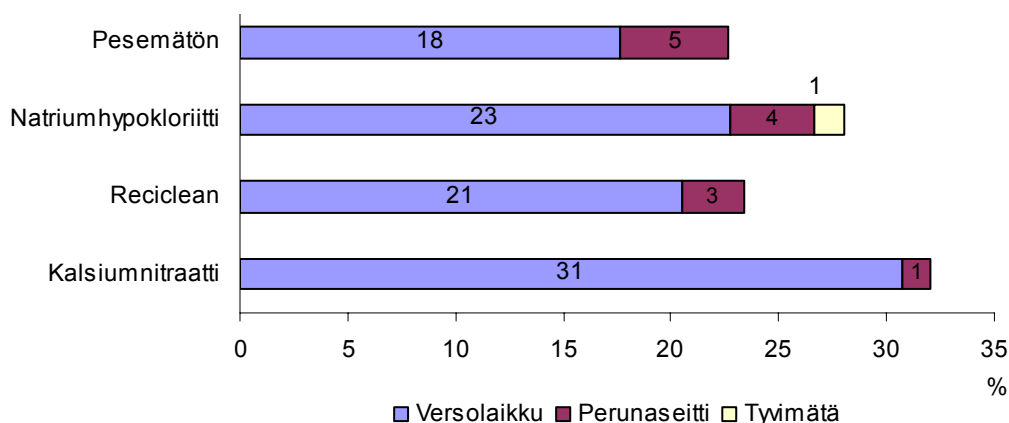
Myöhemmin kasvukaudella kasvustossa oli seitti-rihmastoa vain vähän, ja sato oli lähes seittiruvetonta (Taulukko 31). Sato oli hyvälaatuista, ja tautivioituksia oli vähän. Käsitteilyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sadon ulkoisessa laadussa.



Kuva 26. Pesu- ja desinfiointikäsitteilyjen vaikutus satoon vuonna 2004.



Kuva 27. Pesu- ja desinfiointikäsitteilyjen vaikutus tärkkelyspitoisuuteen. Eri kirjaimille merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi ($p < 0,05$).



Kuva 28. Perunakasvuston tautisten yksilöiden osuus eri käsittelyissä.

Taulukko 31. Pesu- ja desinfiointikäsittelyjen vaikutus vuoden 2004 sadon ulkoiseen laatuun. Terveiden ja vioittuneiden mukuloiden osuus painoprosentteina.

Koejäsen	Terveet	Perunaru- rupi > 10 %	Seittiru- rupi > 10 %	Pinta- viat	Korkkiu- tuneet halkeamat	Epä- muotoiset	Viher- tyneet	Muut vioitukset
Pesemätön	86	0	0	7	2	2	2	0
Natriumhypokloriitti	89	0	0	5	2	1	1	1
Reciclean	86	0	0	5	2	3	2	2
Kalsiumnitraatti	87	0	0	6	1	3	2	0

Yhteenveto

Siemenperunan pesu- ja desinfiointiaineet testattiin natriumhypokloriittia lukuun ottamatta vain yhtenä vuonna.

Käsittely etanolilla (70 %) tai Everbritella (1 %) alensi satoa, mutta käsittely Everbritella (0,5 %), Recicleanilla (300 mg/l) tai kalsiumnitraatilla (1 % Ca) ei vaikuttanut sadon määrään. Natriumhypokloriitti (1 %) alensi satoa kumpanakin vuonna, mutta sadonalennus ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Pesu- ja desinfiointikäsittelyillä ei ollut vaikutusta sadon tärkkelyspitoisuuteen eikä taudinkestävyyteen.

3.2.3 Pesu ja peittäus

Siemenperunan peittauksella pyritään estämään siemenperunan välityksellä tapahtuva taudin leviäminen sekä suojaamaan siemenperuna maatartuntaa vastaan. Peittäus on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi torjua seittiruven siementartuntaa. Siemenperunan pesulla ennen peittäystä pyritään poistamaan mukulan pinnalla oleva maa-aines, mikä tehostaisi peittäusaineen kiinnittymistä ja vaikutusta. Pesu ja peittäus -kokeita suoritettiin vuosina 2003–2005.

Pesu ja peittäus 2003–2004

Kokeen toteutus

Siemenperunan pesun ja peittauksen tehokkuutta testattiin vuosina 2003 ja 2004 eri alkuperää olevilla Fambo-lajikkeen siemenaineistoilla (Taulukko 32). Käsittelyjen vaikutusta perunan kasvuun ja ominaisuuksiin tutkittiin kenttäkokeissa Ruukissa (Taulukko 33).

Suomalaista alkuperää olevat luokan E2 siemenperunat tulivat Suomen siemenperunakeskus Oy:ltä (SPK). Pesu-käsittelyssä siemenperunat pestiin otsonilla, kuten on kuvattu osiossa 'Pesu ja otsonointi'. Sen jälkeen perunat sumutettiin 3 % Agriclean-liuoksella (vaikuttava aine modifioitu natriumkloridi-liuos) ja annettiin kuivahtaa 2–4 tuntia ennen istutusta. Peittäus tehtiin istutusvaiheessa nestepeittäuslaitteella (Ahjoco). Suuttimet oli sijoitettu istutuskoneen peittovantaiden läheisyyteen siten, että peittäussumu kostutti siemenperunan lisäksi myös maata. Peittaukseen käytettiin Moncut-peittäusainetta (tehoaine flutolaniili 449 g/l) 12,5 ml/100 kg perunaa.

Hollantilaiset SE-luokan siemenperunat toimitti kokeeseen RavintoRaisio Oyj. Vuonna 2003 perunat oli lajiteltu Hollannissa terveisiin ja seittirupisiin ennen pesu- ja peittäuskäsittelyjä. Ns. ”terveissä” siemenperunoissa mukulan pinnasta oli enintään 5 % ja ”seittisissä” vähintään 5 % seittirupipahkojen peitossa. Vuoden 2004 kokeessa terveitä ja seittisiä siemenperunoita ei eroteltu toisistaan. Hollantilaiset siemenperunat oli käsitelty Agricleanilla ja peitattu Monceren-peittäusaineella (tehoaine pencycuron 228 g/l) 25 ml/100 kg perunaa. Kontrollina toimi sekä suomalaisella että hollantilaisella siemenperunalla koejäsen ”Pesemätön”, jonka siemenperunoita ei käsitelty lainkaan ennen istutusta.

Kokeissa oli lisäksi mukana Fambo-lajikkeen esiperussiemenen avomaanlisäysvaiheen aineistoa, ns. B-klooneja, jotka olivat pesemättömiä ja peittaamattomia.

Taulukko 32. Pesu ja peittäus -kokeiden käsittelyt.

Vuosi	Koejäsen	Alkuperä
2003	Pesemätön	Suomi E2
	Pesu + Agriclean + Moncut	Suomi E2
	Pesemätön	Hollanti SE
	Seittiset, pesu + Agriclean + Monceren	Hollanti SE
	Terveet, pesu + Agriclean + Monceren	Hollanti SE
	B-kloonit	Suomi SPK
2004	Pesemätön	Suomi E2
	Pesu + Agriclean + Moncut	Suomi E2
	Pesemätön	Hollanti SE
	Pesu + Agriclean + Monceren	Hollanti SE
	B-kloonit	Suomi SPK

Taulukko 33. Pesu ja peittäus -kokeiden taustatiedot ja toimenpiteet 2003 ja 2004.

Vuosi:	2003	2004
Koepaikka:	MTT Ruukki, Riihipelto	MTT Ruukki, Riihipelto
Lajike	Fambo	Fambo
Koeolot:		
- maalaji	KHt	KHt
- pH (kevät)	6,0	6,8
- Ravinteet (kevät)	Ca 797 - K 19 - P 17 - Mg 35	Ca 1771 - K 136 - P 32 - Mg 128
Lannoitus:	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143) + kaliumsulfaatti 245 kg/ha	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143)
Istutus:	9.6.	1.6.
Istutustiheys / riviväli:	28 cm / 80 cm	28 cm / 80 cm
Rikkakasvintorjunta:	4.7. Titus 30 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha	17.6. Afalon 2 l/ha, 20.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha, 14.7. Agil 1 l/ha
Rutontorjunta:	15.7. Acrobat 2 kg/ha, 22.7., 31.7. Dithane 2 kg/ha 7.8., 14.8., 20.8. Shirlan 0,4 l/ha	14.7. Shirlan 0,4 l/ha, 21.7. Tattoo 3 l/ha, 29.7. Tattoo 4 l/ha, 4.8. Acrobat 2 kg/ha, 8.8., 14.8., 19.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	16.9.	1.9.

Tulokset 2003

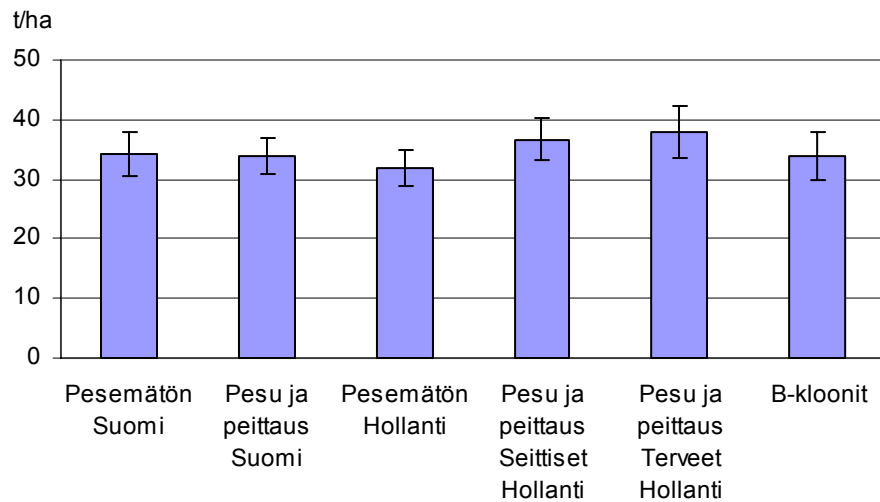
Kokeen hollantilaisessa siemenperunassa oli huomattavasti enemmän seittirupea kuin suomalaisessa siemenessä. Suomalaista alkuperää olleessa siemenessä seittirupisia (yli 10 % mukulan pinnasta seittiruven peitossa) oli noin 5 % mukuloista, kun hollantilaisessa ns. terveessä siemenessä niitä oli yli 20 % ja seittisessä siemenessä yli 90 % mukuloista.

Pesu ja Monceren-peittäus vaikuttivat sekä terveestä että seittisestä hollantilaisesta siemenestä peräisin olevan sadon laatuun vähentämällä seittirupisten osuutta sadossa (Taulukko 34). Käsittelemättömän kontrollin sadossa seittirupisia oli 48 %, kun pesu- ja peittäuskäsittelyt alensivat seittirupisten (>10 %) mukuloiden osuuden alle 5 %:iin. Pesu ja peittäus olivat siis tehokkaita torjuntakeinoja myös pahoin saastuneella siemenellä. Siemenperunan seittisyys ei vaikuttanut merkittävästi terveiden ja seittirupisten osuuksiin sadossa.

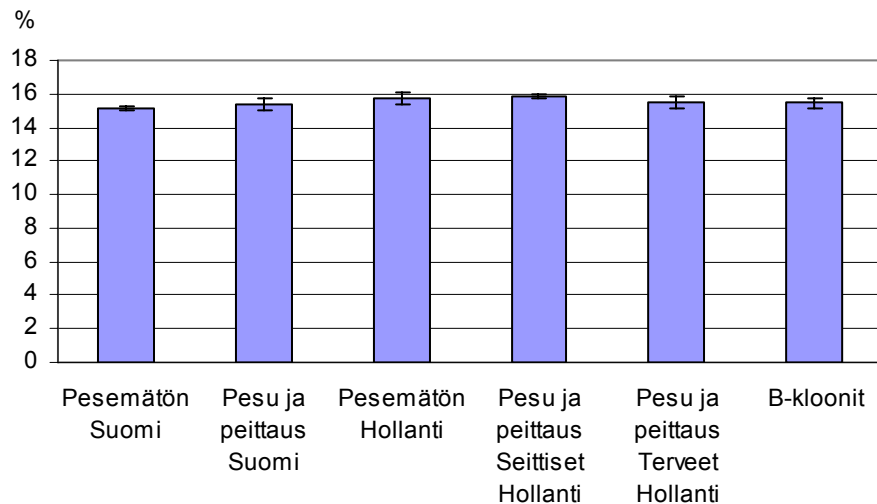
Suomalaisen siemenperunan pesu ja Moncut-peittäus lisäsivät terveiden mukuloiden osuutta sadossa 13 %:lla, mutta tämä lisäys ei ollut merkittävä. B-klooneilla terveiden ja seittisten mukuloiden osuus oli samaa luokkaa pestyjen ja peitattujen suomalaisten ja hollantilaisten koejäsenten kanssa. Siemenperunan alkuperällä, puhtaudella ja käsittelyillä ei ollut vaikutusta sadon määrään eikä tarkkelyspitoisuuteen (Kuva 29 ja 30).

Taulukko 34. Pesu ja peittäus -kokeen kasvukauden 2003 sadon ulkoinen laatu. Terveiden ja vioituneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosentteina.

Koejäsen	Terveet	Perunaru- rupi > 10 %	Seitti- rupi > 10 %	Muut sieni- taudit	Malto- viat	Muut violetukset
Pesemätön, Suomi	54	24	13	3	6	4
Pesu ja peittäus, Suomi	67	17	5	6	4	5
Pesemätön, Hollanti	42	9	48	4	2	4
Seittiset, Pesu ja peittäus, Hollanti	63	14	4	10	4	6
Terveet, Pesu ja peittäus, Hollanti	71	17	2	6	5	2
B-kloonit	75	11	3	6	5	3



Kuva 29. Pesun ja peittauksen vaikutus satoon vuonna 2003.



Kuva 30. Pesun ja peittauksen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen vuonna 2003.

Tulokset 2004

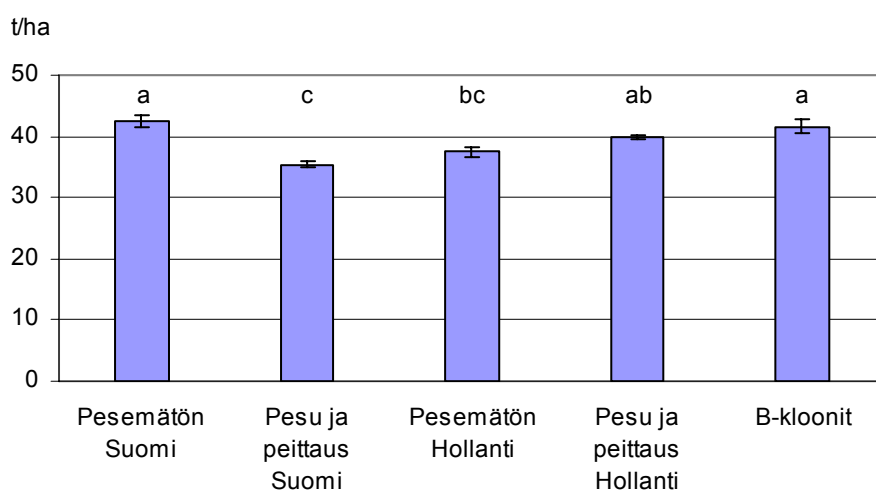
Suomalaista alkuperää olevien siemenperunoiden pesu, Agriclean-käsittely ja peittäus hidastivat taimettumista ja kasvuston alkukehitystä vuonna 2004, mutta erot tasoittuvat myöhemmin kasvukaudella (Taulukko 35). Hidas alkuunlähtö saattoi johtua siitä, että käsittelyt vaurioittivat kehittyviä ituja. Hollantilaisen siemenperunan kohdalla käsittelyt sen sijaan nopeuttivat kehitystä. Monceren-peitattu siemen taimettui yhtä aikaa käsittelemättömän suomalaisen siemenperunan kanssa, kun taas peittaamaton siemen taimettui hieman hitaammin.

Käsittelemätön suomalainen siemenperuna tuotti suuremman kokonaissadon kuin käsittelemätön hollantilainen siemenperuna (Kuva 31). Pesu, Agreclean-käsittely ja Moncut-peittäus alensivat suomalaisen perunan satoa merkittävästi. Hollantilaisen perunan käsittelyt paransivat hieman satoa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Käsittelyjen tai

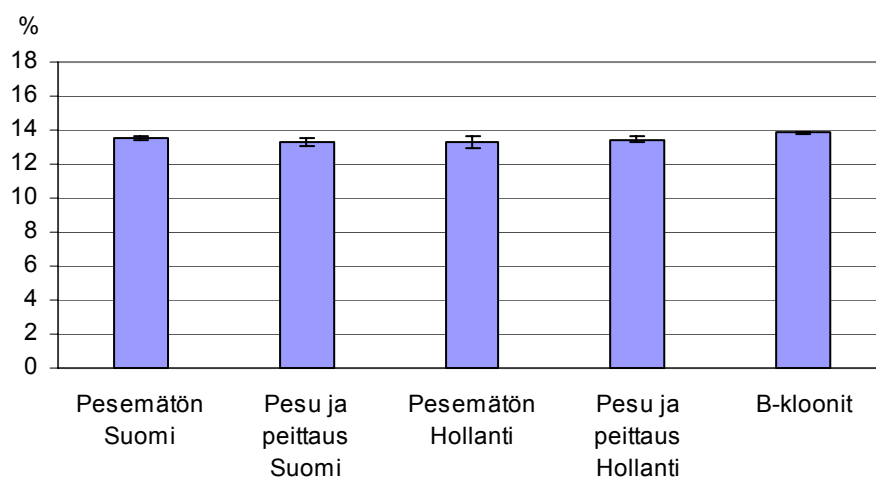
siemenen alkuperien välillä ei ollut eroja tärkkelyspitoisuuksissa (Kuva 32). Kasvustossa havaittiin jonkin verran versolaikkua, mutta hyvin vähän perunaseittiä. Sato oli hyvälaatuista ja seittirupea esiintyi vähän (Taulukko 36). Eri koejäsenien välillä ei ollut merkittäviä eroja taudinkestävyydessä.

Taulukko 35. Siemenen sekä pesun ja peittauksen vaikutus kasvuston kehitykseen vuonna 2004.

Koejäsen	Taimettuminen			Kehitysasteet				
	vrk	28.6.	6.7.	12.7.	19.7.	26.7.	9.8.	31.8.
Pesemätön, Suomi	19	30	34	52	61	68	78	84
Pesu ja peittäus, Suomi	27	15	26	37	51	62	69	80
Pesemätön, Hollanti	23	27	30	40	58	65	70	81
Pesu ja peittäus, Hollanti	20	30	34	52	61	67	78	83
B-kloonit	19	30	34	42	60	67	77	82



Kuva 31. Siemenen sekä pesun ja peittauksen vaikutus satoon. Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi ($p < 0,05$).



Kuva 32. Siemenen sekä pesun ja peittauksen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen.

Taulukko 36. Pesu ja peittäus -kokeen kasvukauden 2003 sadon ulkoinen laatu. Terveiden ja vioituneiden mukuloiden osuus sadosta painoprosenteina.

Koejäsen	Terveet	Perunarupi > 10 %	Seittirupi > 10 %	Muut violetukset
Pesemätön, Suomi	85	0	2	13
Pesu ja peittäus, Suomi	84	1	2	12
Pesemätön, Hollanti	82	0	5	13
Pesu ja peittäus, Hollanti	89	0	1	10
B-kloonit	82	0	5	13

Jälkivaikutuskoe 2004

Pesu ja peittäus -kokeen jälkivaikutuskokeessa vuonna 2004 testattiin vuonna 2003 siemenperunalle tehtyjen käsittelyjen vaikutuksia seuraavan kasvukauden satoon. Koejäsenet olivat siis samat kuin vuoden 2003 kokeessa (Taulukko 32). Kenttäolosuhteet ja viljelytoimet olivat testauskentällä kaikille koejäsenille samanlaiset (Taulukko 37).

Jälkivaikutuskokeen tuloksissa ei ollut eroja koejäsenten välillä (Taulukko 38). Edellisenä vuonna tehdyillä siemenperunan käsittelyillä ei siis ollut vaikutusta seuraavan vuoden sadon määrään, tärkkelyspitoisuuteen eikä sadon ulkoiseen laatuun tai taudinkeston.

Taulukko 37. Pesu ja peittäus -jälkivaikutuskokeen taustatiedot ja toimenpiteet vuonna 2004.

Vuosi:	2004
Koepaikka:	MTT Ruukki, Limingan koekenttä
Lajike	Fambo
Koeolot:	
- maalaji	KHt
- pH (kevät)	7,0
- Ravinteet (kevät)	Ca 1884 - K 120 - P 33 - Mg 158
Lannoitus:	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143)
Istutus:	8.6.
Istutustiheys / riviväli:	28 cm / 80 cm
Rikkakasvintorjunta:	17.6. Afalon 2 l/ha, 22.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha, 14.7. Agil 1 l/ha
Rutontorjunta:	14.7. Shirlan 0,4 l/ha, 21.7. Tattoo 3 l/ha, 29.7. Tattoo 4 l/ha, 4.8. Acrobat 2 kg/ha, 8.8., 14.8., 19.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	3.9.

Taulukko 38. Pesun ja peittauksen jälkivaikutus seuraavan kasvukauden satoon. Ulkoisen laadun osalta terveiden ja vioituneiden mukuloiden osuus painoprosenteina (%).

Koejäsen	Sato t/ha	Tärkkelys- pitoisuus %	Ulkoinen laatu			
			Terveet	Perunarupi > 10 %	Seittirupi > 10 %	Muut violetukset
Pesemätön, Suomi	31	15	46	9	22	22
Pesu ja peittäus, Suomi	32	15	58	4	20	19
Pesemätön, Hollanti	26	15	57	8	12	23
Seittiset, Pesu ja peittäus, Hollanti	32	15	59	3	19	18
Terveet, Pesu ja peittäus, Hollanti	31	15	61	2	21	16
B-kloonit	32	15	52	6	24	18

Seitintorjuntakoe 2005

Pesu ja peittäus -kokeen seitintorjuntaosiossa tutkittiin Agriclean-käsittelyn (vaikuttava aine modifioitu natriumkloridi) ja Rovral-peittauksen (Rovral 75 WG, tehoaine iprodioni 750 g/kg) tehoa perunaseitin torjunnassa kolmella suomalaista ja yhdellä hollantilaista alkuperää olevalla perunalajikkeella (Taulukko 39). Käsittelyinä oli pelkkä peittäus sekä peittauksen ja Agriclean-käsittelyn yhdistelmä. Kontrolleina olivat täysin käsittelemättömät koejäsenet.

Kotimaisten lajikkeiden Agriclean-käsittelyt tehtiin Hardin käsikäyttöisellä paineruiskulla (Kuva 33) 3 % liuoksella ja peittaukset upottamalla perunat Rovral-liuokseen (0,5 kg/100 l vettä) 10 minuutiksi. Hollantilaista alkuperää olleen Fambo-lajikkeen pesu ja Agriclean-käsittely tehtiin Hollannissa ja Rovral-peittäus MTT Ruukissa edellä kuvatulla tavalla. Muut viljelytoimet olivat kaikille koejäsenille samanlaiset (Taulukko 40).

Taulukko 39. Seitintorjuntakokeen käsittelyt.

Käsittely	Lajike	Peittäusaine
Kontrolli	Asterix	-
Peittäus	Asterix	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Agriclean + peittäus	Asterix	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Kontrolli	Bellona	-
Peittäus	Bellona	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Agriclean + peittäus	Bellona	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Kontrolli	Lady Claire	-
Peittäus	Lady Claire	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Agriclean + peittäus	Lady Claire	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Kontrolli	Fambo, Hollanti	-
Peittäus	Fambo, Hollanti	Rovral 0,5 kg/100 l vettä
Agriclean + peittäus	Fambo, Hollanti	Rovral 0,5 kg/100 l vettä

Taulukko 40. Seitintorjuntakokeen taustatiedot ja toimenpiteet.

Vuosi:	2005
Koepaikka:	MTT Ruukki, Limingan koekenttä
Koeolot:	
- maalaji	KHt
- pH (kevät)	7,0
- Ravinteet (kevät)	Ca 1844 - K 165 - P 26 - Mg 117
Lannoitus:	Perunan Y1 750 kg (60 - 38 - 143)
Istutus:	26.5.
Istutustiheys / riviväli:	28 cm / 80 cm
Rikkakasvintorjunta:	16.6., 30.6. Titus 25 g/ha + Sito Plus 0,2 l/ha
Rutontorjunta:	9.7., 21.7. Tattoo 4 l/ha, 29.7. Acrobat 2 kg/ha, 7.8., 13.8., 21.8., 31.8. Shirlan 0,4 l/ha
Nosto:	6.9.



Kuva 33. Agriclean-käsittely tehtiin Hardin käsin paineistettavalla ruiskulla (Kuva Marja-Liisa Järvelä).

Tulokset

Rovral-peittäus tai Agriclean-käsittely yhdessä peittauksen kanssa eivät vaikuttaneet sadon määrään tai tärkkelyspitoisuuteen (Taulukko 40, Kuva 34 ja 35). Sen sijaan molemmat käsittelyt vähensivät suurten, yli 50 mm mukuloiden osuutta sadossa (Kuva 36).

Rovral-peittäus tai Agriclean-käsittely ja peittäus yhdistettynä eivät vaikuttaneet terveiden mukuloiden osuuteen sadossa (Kuva 37). Eniten ulkoisen laadun vioituksia aiheutti perunaruipi. Molemmat käsittelyt lisäsivät merkittävästi seittiruvettomien mukuloiden osuutta sadossa (Kuva 38). Pelkän peittauksen ja Agriclean-käsittelyn ja peittauksen välillä ei kuitenkaan ollut eroa, joten näyttää siltä, että Agriclean-käsittely ei lisännyt torjuntatehoa.

Kasvustohavaintojen tuloksia ei ole analysoitu tilastollisesti, mutta näyttää siltä, että Agriclean-käsittely hidasti taimettumista jonkin verran (Taulukko 41). Hollantilaista alkuperää oleva Fambo taimettui huomattavasti muita lajikkeita nopeammin.

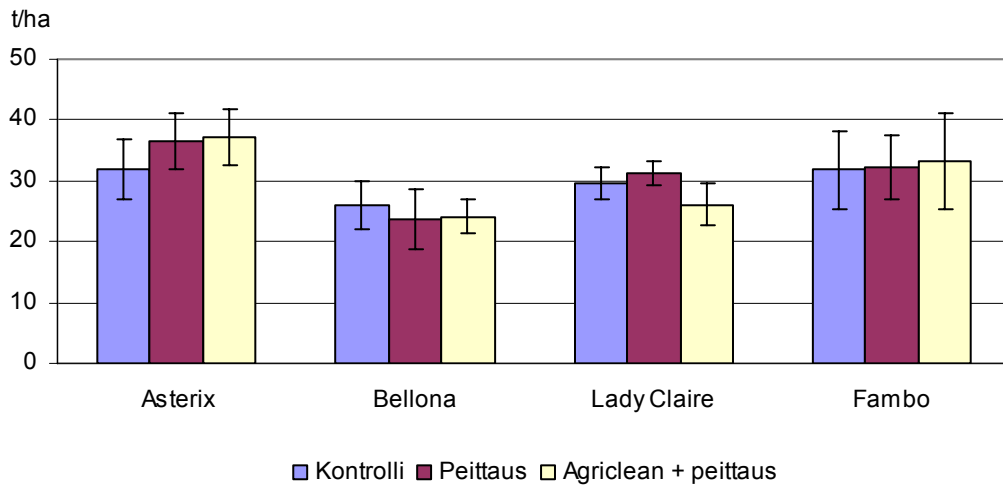
Taulukko 41. Agriclean-käsittelyn, Rovral-peittauksen ja lajikkeen vaikutus satoon, tärkkelyspitoisuuteen, taimettumiseen sekä suurten, terveiden ja seittiruvettomien mukuloiden osuuteen sadossa (painoprosenteina).

Koejäsen	Sato t/ha	Tärkkelys- pitoisuus %	Kokoluokan > 50 mm osuus paino-%	Terveet paino-%	Seitti- ruvettomat paino-%	Taimettu- minen vrk
Kontrolli	29,8	13,5	60,2 a	35,5	69,8 b	28
Peittäus	31,9	13,8	51,3 b	44,4	82,3 a	29
Agriclean + Peittäus	30,1	13,5	53,8 b	43,5	87,5 a	31
F-testi (käsittely)	ns	ns	***	ns	***	et
Asterix	35,7 a	13,3 b	70,1 ab	61,0 a	87,1 a	31
Bellona	25,4 d	11,5c	13,6 c	23,7 b	87,6 a	30
Lady Claire	29,0 c	15,9 a	64,0 b	57,9 a	60,2 b	32
Fambo	32,4 b	13,7 b	73,3 a	22,0 b	84,5 a	24
F-testi (lajike)	***	***	***	***	***	et
F-testi (yhdysvaikutus)	***	ns	ns	ns	ns	et

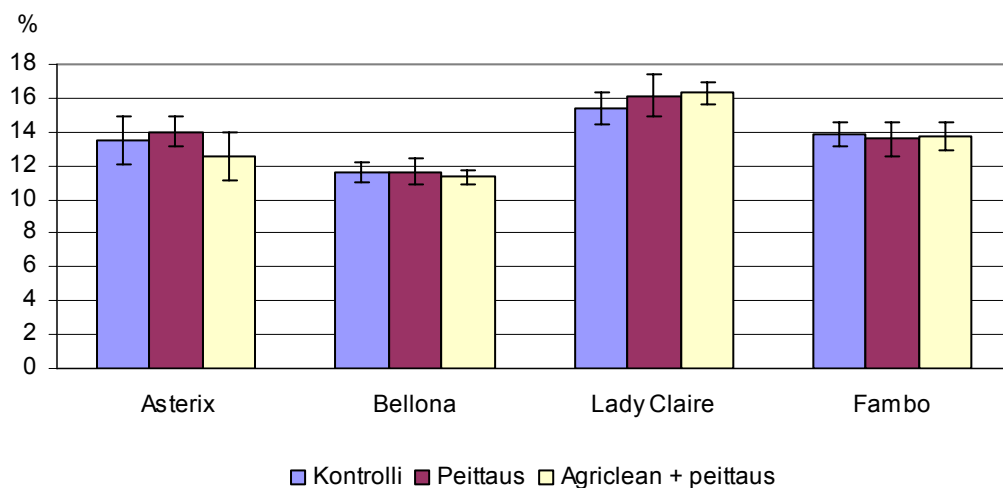
*** p < 0,001, * p < 0,05, ns = ei merkitsevä ero, et = ei testattu

Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan merkitsevästi merkitsevyystasolla p < 0,05

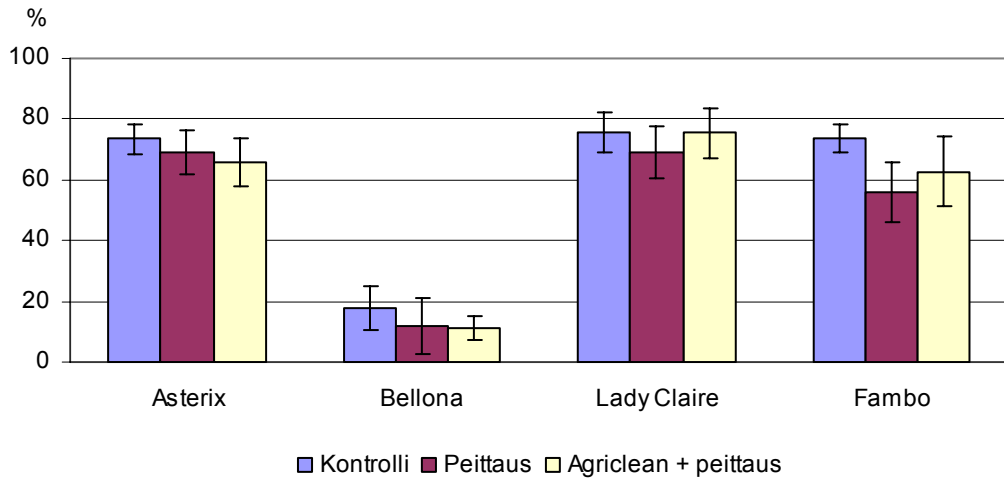
Lajikkeiden välillä oli joitakin merkitseviä eroja. Asterix-lajikkeen sato oli suurin ja se oli merkitsevästi suurempi kuin hollantilaisista alkuperää olevan Fambon sato. Korkein sadon tärkkelyspitoisuus oli lajikkeella Lady Claire. Lajikkeiden Asterix ja Lady Claire sadossa oli vähiten laatuvioituksia. Lady Clairen siemenperunassa oli paljon seittirupea ja myös seittirupeiden mukuloiden osuus sadossa oli suurin.



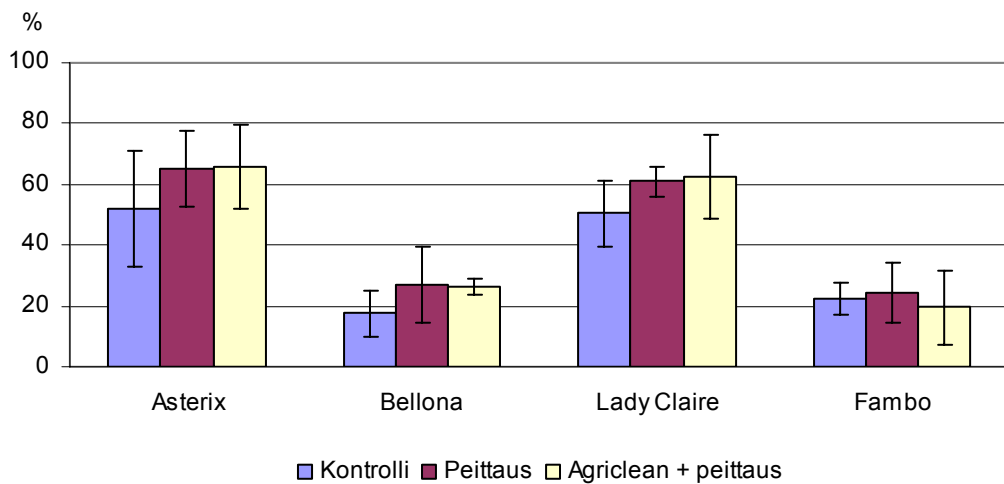
Kuva 34. Peittauksen, Agriclean-käsittelyn ja lajikkeen vaikutus satoon.



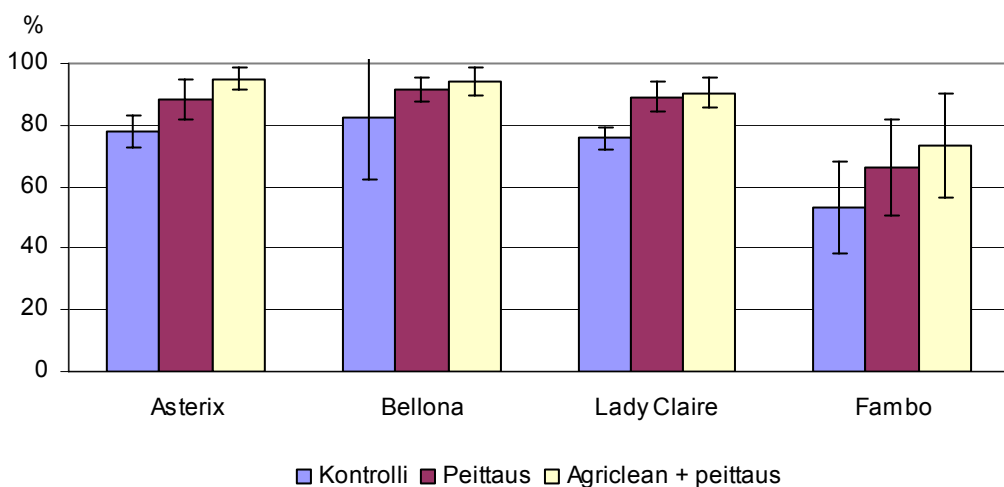
Kuva 35. Peittauksen, Agriclean-käsittelyn ja lajikkeen vaikutus sadon tärkkelyspitoisuuteen.



Kuva 36. Peittauksen, Agriclean-käsittelyn ja lajikkeen vaikutus suurten (yli 50 mm) mukuloiden osuuteen sadossa.



Kuva 37. Peittauksen, Agriclean-käsittelyn ja lajikkeen vaikutus terveiden mukuloiden osuuteen sadossa.



Kuva 38. Peittauksen, Agriclean-käsittelyn ja lajikkeen vaikutus seittiruvettomien mukuloiden osuuteen sadossa.

Yhteenveto

Vuoden 2003 pesu ja peittäus -kokeessa yhdistetty Agriclean-käsittely ja Monceren-peittäus oli tehokas seittiruven torjuntakeino, mutta seuraavan vuoden kokeessa samanlais-ta torjuntatehoa ei saavutettu. Tämä voi johtua siitä, että ensimmäisenä vuonna siemenma-teriaali oli huomattavasti saastuneempaa kuin toisena vuonna, joten peittauksen teho tuli paremmin esiin. Myös Agriclean-käsittely ja Moncut-peittäus vähensivät seittiruven mää-rää, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Agriclean-käsittelyllä ja Monceren-peittauksella ei kumpanakaan vuonna ollut vaikutusta kokonaissadon määrään eikä tärkkelyspitoisuuteen. Toisena vuonna Agriclean-käsittely ja Moncut-peittäus näytti hidastavan kasvuston alkukehitystä sekä alentavan satoa. Siemen-perunan käsittelyt eivät aiheuttaneet jälkivaikutuksia seuraavan vuoden sadon määrään tai laatuun.

Seitintorjuntakokeessa sekä Rovral-peittäus että Agriclean-käsittely yhdessä Rovral-peittauksen kanssa torjuivat seittirupea. Agriclean ei kuitenkaan parantanut torjuntatehoa pelkkään peittaukseen verrattuna. Kumpikaan käsittely ei vaikuttanut satoon tai tärkkelys-pitoisuuteen, mutta ne vähensivät suurten mukuloiden osuutta sadossa.

Testattujen lajikkeiden välillä oli eroja sadon määrässä, laadussa ja taudinkestävyydessä.

Kirjallisuus

- Danielson, L. 2005. Vågar man tvätta utsädespotatis? *Potatis & Grönsaker* 2005 (1): 17.
- Forsman, K., Virtanen, E., Hakkola, H. & Jauhiainen, L. 2002. Ca-fertilization and its after-effect on potato. Teoksessa: Wenzel, G. & Wulfert, I. (toim.) *Potatoes Today and Tomorrow: abstracts of papers and posters in the 15th Triennial Conference of the European Association for Potato Research*, July 14–19 2002, Hamburg, Germany. EAPR. s. 233. (Poster).
- Forsman, K., Virtanen, E., Lehtonen, M. J. & Jauhiainen, L. 2004. Kalsiumlannoitus sekä perunantyyvi- ja märkämätä. Teoksessa: Hannukkala, A. & Segerstedt, M. *Perunantyyvi- ja märkämädän epidemiologia, diagnostiikka ja hallintakeinot*. Maa- ja elintarviketalous 41. s. 50-57.
- Harju, P. & Kankila, J. 1993. *Erwinia carotovora* contamination of Finnish seed potatoes and the prevalence of bacterial subspecies and serogroups. *Agricultural Science in Finland* 2: 345–352.
- Lehtinen, A. & Hannukkala, A. 2004. Tyvi- ja märkämädän biologia, epidemiologia ja hallintakeinot. Teoksessa: Hannukkala & Segerstedt (toim.) *Perunantyyvi- ja märkämädän epidemiologia, diagnostiikka ja hallintakeinot*. Maa- ja elintarviketalous 41: 7–16.
- Lehtonen, M., Hiltunen, L., Isolahti, M., Koski, P., Laakso, I., Lauronen, M., Palohuhta, J. P., Rantala, H., Reinikainen, O., Vihlman, K., Virtanen, E., Weckman, A., Ylhäinen, A. & Valkonen, J. 2003. Perunaruven aiheuttajat ja niiden torjunta. *Kasvipatologian hankeloppuraportteja*, No. 2. Helsinki: Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos. 40 s. + 28 liitesivua. ISBN 952-10-1083-5.
- Lemola, R., Ojanen, H., Hannukkala, A., Siimes, K. & Yli-Halla, M. 2000. Siemen-, tärkkelys- ja lastuperunan viljelyn erityispiirteitä Suomessa. *Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja*. Sarja A 88. 42 s.
- Pérombelon, M. C. M., Lumb, V. M. & Zutra, D. 1987. Pathogenicity of soft rot *Erwinias* to potato plants in Scotland and Israel. *Journal of Applied Bacteriology* 63: 73–84.

Liitteet

Liite 1 (1/5). Perunakokeiden havainto- ja määritysohjeet.

Perunakokeiden havainnot ja määritykset

KASVUSTOHAVAINNOT

Taimettuminen

aika istutuksesta taimettumiseen päivinä. Taimettumispäivämäärä kirjataan, kun 50 % nettoruudun yksilöistä on taimettunut. Yksilö on taimettunut, kun ensimmäiset lehdet ovat kehittyneet (yksilö = yksi perunakasvi nettoruudussa)

Yksilömäärä

lasketaan yksilöt nettoruudusta alkukehityshavaintojen yhteydessä

Alkukehitys ja aukkoisuus

arvioidaan 2 viikkoa taimettumisesta: alkukehitys asteikolla 0–100 (0 = ei kasvua, 100 = kehittynein kasvutapa), aukkoisuus prosentteina pinta-alasta (0–100)

Peittävyys

arvioidaan kokeen kukinnan alettua kasvuston peittävyysprosenttina 0–100, 100 = täysin peittävä kasvutapa

Kasvitaudit:

kasvitaustisten (tyvimätä, seitti, viroosi) yksilöiden määrä nettoruudussa

a. Tyvimätä (*Erwinia carotova*-bakteeri)

oireet kasvustossa:

tyvimätäinen yksilö on nuutunut, kellastunut, ylälehdykät rullautuvat ylöspäin, varren tyvi on musta, pehmeä ja voimakashajuinen.

b. Perunaseitti (*Rhizoctonia solani*-maasieni)

oireet kasvustossa:

versolaikku

iduissa, rönsyissä, juurissa tummanruskeita, sisäänpainuneita kuivia laikkuja, perunayksilö heikko, taimettuminen hidasta (aukkoisuutta). Kehittyneemmässä kasvustossa seittisen yksilön latvalehdet voivat olla kellastuneita ja voimakkaasti kiertyneitä, toisinaan ilmamukuloita lehtihangoissa.

perunaseitti

myöhemmin kesällä syntyy varren tyvelle vaaleanharmaa, huopamainen rihmasto (merkitys sienien lisääntymiseen)

c. Virustaudit

aiheuttajina yleisin Y-, myös M-, X-, A-, S-virukset

oireet kasvustossa: kitukasvuisuutta, ylimpien lehtien kurttauisuutta, lehtien kirjavoitumista tai tummumista (tumman vihreä)

Perunaruttohavainnot (*Phytophora infestans*) tehdään viikottain ruton puhkeamisen jälkeen (heinä- elokuu)

Liite 1 (2/5).

a. lehtirutto

lehdissä ruskehtavat laikut ja lehtien alapuolella laikuissa vaalea rihmasto (ruttoitiöitä), suurimmissa laikuissa rihmasto kasautunut terveeseen ja sairaan solukon rajaan, laikut lisääntyvät nopeasti kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa (ks. ruttohavainnot)

b. varsirutto

ruttolaikut ilmestyvät varteen alhaalta ylöspäin

Ruttohavainnot tehdään asteikolla 0–100:

0	ei lehtiruttoa
0.1	enintään 1–2 laikkua/ruutu (yksittäisissä yksilöissä)
0.5	alle puolet yksilöistä sellaisia, joissa yksittäisiä laikkuja tai 1–2 pahasti sairastunutta yksilöä/ruutu
1	miltei kaikissa yksilöissä ruttoa, enintään 10 laikkua/yksilö
5	miltei kaikissa yksilöissä ruttoa, enintään joka kymmenes lehdykkä saastunut
10	miltei kaikissa yksilöissä ruttoa, enintään joka viides lehdykkä saastunut
25	kaikki yksilöt saastuneita, ruudun yleisväri vihreä
50	kaikki yksilöt saastuneita, 50 % lehtialasta tuhoutunut, kasvusto ruskean ja vihreän kirjava
75	75 % lehtialasta tuhoutunut, kasvuston yleisväri melko ruskea
95	vain muutamia lehtiä jäljellä, varret ovat jokseenkin vihreät
100	kaikki lehdet kuolleet, varret kuolleet tai kuolemassa

Muut tarkkailtavat taudit tai vioitukset kasvustossa:

Harmaahome

V-muotoisia kuivia, harmaita laikkuja lehden kärjessä tai reunoissa, ilmestyvät kasvukauden loppupuolella

Lehtipolte

tummia, kuivia, särmikkäitä laikkuja lehtisuonten välissä, ilmestyvät keskikesällä, laikut jäävät pieniksi

Lakastumis- I. näivetystauti (*Verticillium*)

kasvi tai kasvinosa nuutuu, varren tyvi pituussuuntaan leikattuna - johtojänne vaalentunut

Varsikuolio (*Sclerotinia sclerotiorum*)

varsiin vaaleita laikkuja, jotka laajenevat ja varsi taittuu 10–15 cm:n korkeudelta (elokuun alkupuoli), varren sisällä valkoista hahtuvaista rihmastoa ja mustia rihmastopakkoja.

Kalin puute

lehdet ruskettuvat reunoilta, aluksi kasvuston alaosassa

Mg-puute

lehtisuonten välit ruskettuvat, myöhemmin lehti kellastuu

Liite 1 (3/5).

Antosyaniinin

kertyminen lehtiin aiheuttaa violetin sinertävän värin

Torjunta-ainevioitukset

kuvaus vioituksesta, vioitukset arvioidaan asteikolla 0–100

Halla- tai kuivuusvioitukset arvioidaan asteikolla 0–100

0	ei vioitusta
25	väri vaalentunut, ylimmät lehdykät tuhoutuneet
50	lehdistö tuhoutunut 50 %:sti, vaurioitumattomia lehdyköitä yleisesti
75	lehdistö tuhoutunut 75 %:sti, vaurioitumattomia alalehtiä jonkin ver-
	ran, yleisväri ruskean-vihreä
100	lehdistö täysin tuhoutunut, varret puolikuolleet, yleisväri ruskea

Tuholaiset kasvustossa:

Peltolude

imentävioitus kasvupisteessä, ryppyisyyttä kasvavassa lehdessä

Ruskohaiskiainen

reikiä, repäleisyyttä lehdissä

Kirvat

röykkiönä, rypäleinä lehden alapinnalla

Varsiyökkönen

toukka tunkeutuu perunan varteen, varsi limainen, ruskehtava ja taittuu vioituskohdasta

MUKULANMUODOSTUSAJANKOHTA

Mukulanmuodostuksen katsotaan alkaneeksi, kun 50 % yksilön maavarsien kärjistä on turvonnut 0.5–0.7 cm:n suuruiseksi mukuloiksi. Tämä todetaan koenostoilla.

KASVUTUTKIMUSNOSTOT

Kasvututkimusnostossa otetaan näyte, joka pienoiskoossa edustaa koko koejäsentä.

Kasvututkimusnostoruudun rivien pituus on 10 tai 8 m, ruuduista tehdään 3–4 nostoa/kasvukausi, nostoalat 10 m = 2 riviä x 2 m, 8 m = 2 riviä x 1.5 m/nostokerta

Kasvututkimusnostoalalta lasketaan yksilöt (reunavaikutuksen takia nostokertojen väliin jätetään 1 yksilö nostamatta), noston yhteydessä lasketaan varsilukumäärä (siemenperunasta lähtevät varret, ei haarautumia), mukulat lasketaan, lajitellaan, punnitaan kokoluokittain, pestään ja määritetään tärkkelyspitoisuus.

KASVUSTON KORKEUSMITTAUS

3 mittauskohtaa/nettorivi, lukemat katsotaan mittalaatasta 4–5 m:n etäisyydeltä ja kirjataan yksilöittäin.

Liite 1 (4/5).

NOSTO JA SADON KÄSITTELY

Nosto

Kenttäkoe pyritään nostamaan samana päivänä, ellei niin nosto keskeytetään, kun kerranne on kokonaan nostettu

Lajittelu

Lajittelukoot ovat <35 mm, 35–55, 55–70 ja >70 mm. Lajittelun yhteydessä otetaan näytteet koekohtaisesti laatu-, keittokoe- ja tärkkelysmääriä varten. Varhaispe-runakokeessa lajittelukoot ovat I nostossa <30 mm ja >30 mm, II ja III nostossa <35 mm, 35–55, 55–70, >70 mm

Tärkkelysmäärittäminen

Pestystä näytteestä valitaan terveitä, tasakokoisia mukuloita n. 5 kg, näytteen annetaan kuivahtaa, punnitaan ilmapaino ja vesipaino (+17.5 °C:ssa vedessä).

Ulkoisen laatu

Pestystä, n. 5 kg:n varastonäytteestä (kokoluokka 35–70 mm) jaotellaan taudit ja vioitukset mukuloittain ryhmiin:

Terveet

mukulat, joissa ei ole vioitusta tai tautia

Rupi

ruven peittämä alue yli 10 % mukulan pinnasta

Mukularutto (*Phytophthora infestans*)

päältäpäin ruskehtavaa, kuorikerroksen alla ruosteen ruskea, tummahko malto, terveen ja sairaan mallon raja epäselvä

Bakteerimädät:

- a. **Märkämätä (*Erwinia carotovara*-bakteeri)**
pehmeä, visvainen, pahanhajuinen mukula, iskeytyy myöhemmin kuin tyvimätä
- b. **Tyvimätä (*Erwinia carotovara*-bakteeri)**
iskeytyy mukulaan rönsypäästä, tyvimädän ympärillä vaaleneva rengas
- c. **Rengasmätä (*Corynebacterium sepedonicum*-bakteeri)**
halkaistuissa mukuloissa rengas, jossa visvaista eritettä, ilmoitusvelvollisuus

Sienimädät:

- a. **Phoma** (sienitauti/haavaloinen)
terveen ja kuolleen solukon raja selvä, mukulan pinnassa ns. peukalonpaina, ei rihmastoja
- b. **Fusarium** (sienitauti/haavaloinen)
terveen ja sairaan mallon väli epämääräinen, mukulan pinnassa kurttuisuutta ja rihmastopahkoja
- c. **Sydänmätä (*Pythium*-sieni)**
onkaloituu johtojänteen sisäpuolisiin osiin

Mekaaniset viat:

- a. **Mekaaniset pintaviat**

Liite 1 (5/5).

viat, jotka eivät poistu 2 mm:n kuorinnalla

b. Mekaaniset maltoviat (mustelmat yms.)

ehyen kuoren alapuolella, harmaasta mustaan oleva värimuutos

Fysiologiset viat:

a. Johtojännevioittumat

johtojänteen vaurioituminen, tummuminen

b. Korkkiutuneet halkeamat

halkeamat, jotka eivät poistu 2 mm:n kuorinnalla

c. Nestejännityshalkeamat

halkeamat, jotka eivät poistu 2 mm:n kuorinnalla

d. Ontot ja keskeltä ruskeat

mallon keskeltä kehittyvä ontous, alkuaste tummentuma

Epämuotoiset

epämuotoisuusluokkiin 10-25 % ja >25 % kuuluvat

Vihertyneet

yli 1 % mukulan pinta-alasta vihertyneet

Mallon värvirheet (maltokaarivirus, rattle yms.)

epämääräisesti mallossa esiintyvä värimuutos tai solukon korkkiutuminen

Pakkasviat

Itäneet

Muita tauteja:

a. Käsärupi (*Oospora pustulans*-sieni)

känsä- tai silmämäiset vioitukset mukulan pinnassa, oireet kevättalvella

b. Harmaahilse (*Helminthosporium solani*-sieni)

harmaita laikkuja mukulan pinnassa, voi nahistuttaa perunan

c. Punasilmätauti (yl. maasieni)

mukulan pinnassa punertavia laikkuja, jotka vähän koholla

d. Kuivamätä (useat sienikannat)

mukulan pintaosissa kuivia painanteita

Liite 2. Perunan kehitystasokuvaukset Hack'n mukaan.

Perunan kehitystasot

Koodi	Kuvaus
0	Itäminen
1	Iduttomat mukulat
2	Idut muodostumassa, maksimipituus n. 2 mm
5	Itävä mukula, idut pidempiä kuin 2 mm
9	Pitkälle edennyt itäminen ja juurten muodostus
10	Taimettuminen
11	Taimettumisvaihe
15	Ensimmäiset lehdet täysin kehittyneet
20	Lehtien ja varsien kehitys
21	Lisälehtiä kehittymässä
25	Useampien varsien ilmestyminen
30	Varsien pituuskasvu/kasvun laajeneminen
31	Varsien pituuskasvu alkaa (korkeus n. 15 cm)
35	Varsien pituuskasvu puolivälissä (korkeus 25–30 cm, mukulanmuodostus alkaa)
39	Varsien pituuskasvu päättymässä (korkeus 50–70 cm)
40	Kasvuston umpeutuminen
41	Ensimmäiset merkit kasvuston umpeutumisesta
49	Kasvuston umpeutuminen täydellinen
50	Kukkanuppujen muodostuminen
51	Nuppujen muodostus alkaa
59	Kaikki nuput näkyvissä
60	Kukinta
61	Kukinta alkaa
65	Puolet kukkanupuista auennut
69	Täyskukinta
70	Marjojen muodostuminen
71	Marjojen kehitys alkaa
75	Marjojen kehitys puolivälissä
79	Ensimmäiset marjat irtoavat
80	Kasvuston kellastuminen (tuleentuminen)
81	Ensimmäiset lehdet kellastuvat
83	Puolet lehdistä kellastuneita
85	Useimmat lehdet kellastuneita, varret alkavat kellastua
87	Varret kellastuneita
89	Koko kasvi täysin kuihtunut
90	Mukuloiden tuleentumisaste nostossa
91	Kuorenmuodostus epätäydellistä (kuori irtoaa helposti)
95	Kuori asettunut paikoilleen (kuori ei enää irtoa)
99	Mukulat alkavat irtautua rönsyistä

MTT:n selvityksiä –sarjan kasvintuotanto -teemassa ilmestyneitä julkaisuja

- 133** Tuloksia siemenperunakokeista 2003-2006. *Aro S.* ym. 61 s. 2006. Hinta 20 euroa.
- 125** Peltokasvilajikkeiden viljely- ja käyttöarvon arviointiperusteet 2006. *Kangas A.* ym. 17 s. 2006. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts125.pdf>).
- 120** Viljalajikkeiden herkkyys tautitartunnoille virallisissa lajikekokeissa 1999-2006. *Kangas, A.* ym. 34 s. 2006 . Hinta 15 euroa.
- 122** Siemenperunan High Grade -alueiden tuotannolliset ja ilmastolliset perustiedot. *Takalo, Muilu, Heikkinen, Virtanen, Joki-Tokola ja Sipilä* (toim.)26 s. 2006. Hinta 15 euroa.
- 123** PerunaRannikko. Perunantuotannon kehittämissuunnitelma – esiselvitys. *Markus, Virtanen, Joki-Tokola, Sipilä* (toim.) 23 s. 2006. Hinta 15 euroa.
- 117** Turkislanta peltolannoitteena. *Kangas A.* (toim.). 33 s. 2006. (Verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts117.pdf>).
- 96** Viljalajikkeiden herkkyys tautitartunnoille virallisissa lajikekokeissa 1998-2005. *Kangas, A.* ym. 33 s. 2005. Hinta 15 euroa.
- 83** Virallisten lajikekokeiden tulokset. *Kangas, A.* ym. 193 s. 2005. Hinta 25 euroa.
- 75** Viljalajikkeiden herkkyys tautitartunnoille virallisissa lajikekokeissa 1997-2004. *Kangas, A.* ym. 31 s. 2004. Hinta 15 euroa.
- 73** Luomumansikan viljelytekniikan kehittäminen. *Kivijärvi, P.* (toim.) 44 s. 2004. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts73.pdf>)
- 55** Virallisten lajikekokeiden tulokset. *Kangas, A.* ym. 219 s. 2004. Hinta 25 euroa.
- 56** Lapin luomutuotanto. Luomumaatilan mahdollisuudet arktisella alueella. *Pallari & Korva-Hyötylä.* 50 s. 2004. Hinta 20 euroa.

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

