

Porkkanan laadun parantaminen

Petri Vanhala (toim.)



Kasvintuotanto

Maa- ja elintarviketalous 128
136 s.

Porkkanan kuluttajalaadun parantaminen

Petri Vanhala (toim.)

ISBN 978-952-487-185-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)

www.mtt.fi/met/pdf/met128.pdf

Copyright

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

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

sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2008

Kannen kuva

Hanna Kairikko

Porkkanan kuluttajalaadun parantaminen

Petri Vanhala

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Porkkana on Suomen suosituin avomaanvihannes. Porkkanan kotimaisuusaste on korkea, mutta loppukeväällä kotimaista porkkanaa ei yleensä ole saatavilla varastointi- ja laatuongelmien vuoksi. Kuljetusketjujen pidentyessä laadun säilyminen on entistä keskeisempää.

Tässä hankkeessa tutkittiin porkkanan laatua ja sen varmistamista lähtien pellolla tapahtuvasta tuholaiistorjunnasta ja päätyen kuluttajien näkemyksiin porkkanan laadusta.

Porkkanan pahin tuholainen, porkkanakemppi, aiheuttaa sadonalennusta jo kolmen päivän imennällä. Porkkana on erityisen arka kemppivioitukselle kasvun alkuvaiheessa. Porkkanan kyky sietää kemppivioitusta kasvaa kuitenkin porkkanan kasvaessa, joten aikainen kylvö on suositeltavaa.

Maan hyvä ravinnetila, varsinkin kalsiumin riittävä saanti, näyttäisi vahvistavan porkkanan solukoita kestävämmän varastotauteja. Porkkanan mustamädän tuhoja varastossa voidaan vähentää myös hankkeessa kehitetyn ennakoitimenetelmän avulla.

Tutkimuksessa määritetyistä porkkanan pilaajabakteereista tärkeimmät kuuluvat *Pectobacterium* ja *Pseudomonas* -sukuihin. Tutkimuksessa saatiin lisää tietoa viljelijöiden varastoporkkanoiden ja kaupan porkkanoiden mikrobiologisesta laadusta. Viime vuosina porkkanoiden välityksellä ruokamyrkytys epidemioita aiheuttanutta *Yersinia pseudotuberculosis* -bakteeria ei todettu tutkituista porkkanaeristä. Tulosten perusteella kotimaisten porkkanoiden mikrobiologista turvallisuutta voidaan pitää hyvänä.

Maan hyvä ravinnetila varmistaa myös porkkanan makua ja muuta aistittavaa laatua. Jotta laatu pysyisi hyvänä kuluttajalle saakka, on varasto- ja kuljetuslämpötilojen oltava hallinnassa tilalla, tukussa ja tiskillä.

Kuluttajille porkkanan laatu on ennen kaikkea makeutta ja mehukkuutta. Porkkanan napostelu sellaisenaan näyttää olevan tyypillisin tapa syödä porkkanaa.

Avainsanat: porkkana, laatu, sadon laatu, kasvitaudit, kuluttajat, mikrobit, bakteerit, taudinaiheuttajat, porkkanakemppi, varastointi, kestävyys, vihannekset

Improving consumer quality of carrot

Petri Vanhala

MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Toivonlinnantie 518, FI-21500 Piikkiö, Finland, firstname.lastname@mtt.fi

Abstract

The aim of the research project was to improve the consumer quality of carrot and to reduce the risks that threaten the quality. The research was carried out by MTT Agrifood Research Finland, Finnish Food Safety Authority Evira and National Consumer Research Centre.

The most severe carrot pest, carrot psyllid, damages carrot seedlings very quickly, already in three days, especially at early growth stages. However, tolerance of carrot to carrot psyllid feeding damage seems to increase as carrot grows, thus early sowing helps to shorten the period when control measures are needed.

Lack of certain nutrients, e.g. calcium, may increase the susceptibility of carrot to pathogens, thus contributing to storage losses. Analytical techniques and forecasting methods have been developed to fight liquorice rot, the most important fungal disease of carrot during storage.

The most significant carrot spoiling bacteria belong to the genera *Pectobacterium* and *Pseudomonas*. The occurrence of human bacterial pathogens in Finnish carrots is low. *Yersinia pseudotuberculosis*, which has caused outbreaks associated with carrots in recent years, was not detected in carrots.

Appropriate nutrient levels are also important for the sensory quality of carrot. The temperature should be kept optimal from the farm through the wholesale to the sales desk.

For consumers, who typically eat carrots as such, sweetness and juiciness are the primary quality traits of carrot.

Key words: carrot, carrot psyllid, consumer quality, human pathogens, microbes, plant pathogens, sensory quality, storability, vegetables

Alkusanat

Vihannekset ovat tärkeä osa terveellistä ja monipuolista ruokavaliota. Porkkana on kulutukseltaan Suomen suosituin ja tuotantomäärältään merkittävin avomaanvihannes. Suomessa kulutettavan porkkanan kotimaisuusaste on korkea, mutta loppukeväällä kotimaista porkkanaa ei yleensä ole saatavilla varastoidun sadon loputtua. Toistaiseksi varastotaudit ja laatuongelmat ovat tehneet pidemmän varastoinnin kannattamattomaksi. Kaupan keskittyessä ja kuljetusketjujen pidentyessä laadun säilymisen ja mikrobiologisen turvallisuuden varmistaminen ovat entistä keskeisempiä tekijöitä kuluttajalaadun kannalta.

Vihannesten kuluttajalaadun parantaminen – esimerkkinä porkkana - tutkimushanke toteutettiin vuosina 2005–2008. Tutkimuksen tavoitteena oli parantaa porkkanan kuluttajalaatua, vähentää laatua uhkaavia riskejä sekä hankkia tietoa, jonka avulla valvontatoimet voidaan kohdistaa oikein. Tutkimus keskittyi neljään osa-alueeseen:

1. kuluttajien odotusten tunnistaminen
2. porkkanan käyttölaadun parantaminen
3. porkkanan mikrobiologisen turvallisuuden varmistaminen
4. torjunta-aineruiskutusten vähentäminen porkkanakempin torjunnassa

Hankkeen tavoitteena oli myös laatia porkkanan laatuketjun kuvaus, joka sisältää ohjeet porkkanan tuotantoketjun kehittämiseen niin, että laatu täyttää kuluttajien odotukset ja ketjuun sisältyvät riskit voidaan minimoida.

Tässä julkaisussa esitetään hankkeen keskeiset tulokset, jotka osaltaan mahdollistavat porkkanan kuluttajalaadun parantamisen ja antavat viitteitä myös muiden vihannesten sekä hedelmien ja marjonien laatuketjun kehittämiseen. Tutkimuksen tulokset esitetään alkaen pellolla tapahtuvasta tuholaiistorjunnasta sekä muusta porkkanan laadun rakentamisesta ja päättyen kuluttajien näkemyksiin porkkanan laadusta. Lopuksi esitetään porkkanan laatuketju toimenpidesuosituksineen.

Hankkeen ohjausryhmään ovat kuuluneet seuraavat henkilöt (varajäsenineen): Mari Raininko (puheenjohtaja), Maa- ja metsätalousministeriö; Taina Niskanen, Evira, Matti Reijonen, Inex Partners Oy; Riikka Seppälä (Erkki Rautio) Kotimaiset Kasvikset ry; Riitta Tainio (sittemmin Annikka Marnie-mi), Kuluttajaliitto; Jari Känkänen (Irmeli Vinnikainen), Forssan seudun porkkanaviljelijät; Juha Lehto, Vihannes-Laitila Oy (sittemmin Jukka Matti-

la, varalla Markus Elo, Vihannes-Laitilan porkkananviljelijät). Kiitämme ohjausryhmän jäseniä arvokkaasta panoksestaan hankkeen hyväksi.

Samoin kiitämme hankkeeseen osallistuneita lukuisia viljelijöitä, kaupan edustajia (Frank Ahrenberg, Tuko Logistics Oy; Heini Haverinen, Ruokakesko; Matti Reijonen, Inex Partners Oy) ja Vihannes-Laitila Oy:tä (Juha Lehto) omasta arvokkaasta osuudestaan.

Hanketta rahoittivat Maa- ja metsätalousministeriö, Kotimaiset Kasvikset ry sekä hankkeeseen osallistuneet yritykset. Tutkimusryhmä kiittää hankkeen rahoittajia ja yhteistyökumppaneita.

Helsingissä, Jokioisilla ja Piikkiössä
Kesäkuussa 2008
Tekijät

Sisällysluettelo

Porkkanakemпин tarkkailu, vioitukset ja torjuntaruiskutusten vähentäminen, <i>Anne Nissinen, Anne Lemmetty ja Petri Vanhala</i>	8
Varastotestien ja vähittäiskaupan porkkana-aineisto, <i>Petri Vanhala, Marja Kallela, Terhi Suojala-Ahlfors ja Esa Wallius</i>	24
Porkkanan varastokestävyys ja viljelytekijät, <i>Petri Vanhala, Marja Kallela, Timo Pitkänen ja Terhi Suojala-Ahlfors</i>	36
Porkkanan taudit, <i>Päivi Parikka</i>	48
Porkkanan pilaajabakteerit <i>Pseudomonas</i> ja <i>Pectobacterium</i> – eristäminen ja tunnistaminen suomalaisista porkkanoista, <i>Minna Kahala, Lucia Blasco, Esa Wallius, Timo Pitkänen ja Vesa Joutsjoki</i>	55
Porkkanoiden mikrobimäärät, <i>Maarit Mäki, Esa Wallius ja Timo Pitkänen</i>	73
Porkkanan mikrobiologinen turvallisuus, <i>Marjaana Hakkinen, Suvi Kuutti, Kaisa Aro, Leila Rantala ja Tuula Johansson</i>	80
Porkkanan aistittava laatu, <i>Tuomo Tupasela ja Esa Wallius</i>	87
Kuluttajien näkemyksiä porkkanan laadusta, <i>Katja Järvelä</i>	105
Porkkanan laatuketju, <i>Tuomo Tupasela ja Petri Vanhala</i>	122

Porkkanakemppin tarkkailu, voitukset ja torjuntaruiskutusten vähentäminen

Anne Nissinen¹⁾, Anne Lemmetty¹⁾ ja Petri Vanhala²⁾

¹⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Porkkanakemppi on pahin porkkanan tuholainen Suomessa. Sen vioitus heikentää porkkanan ulkoista laatua, koska porkkanat jäävät pieniksi ja partajuuriksi. Porkkanakemppin tarkkailumenetelmiä selvitettiin kyselytutkimuksella. Kyselyyn vastanneista porkkananviljelijöistä 59 % tarkkaili porkkanakemppin esiintymistä keltaliima-ansoilla. Heistä 72 % hoiti tarkkailun itse ja 23 % ostopalveluina. Tarkkailua käyttävistä viljelijöistä 72 % käytti 2–3 ansaa keskimäärin 2,1 hehtaarin kasvulohkoa kohti. Tärkeimmiksi liimaansatarkkailun ongelmiksi koettiin kemppien tunnistaminen (25 %), ansojen roskaantuminen ja pyyntitehon nopea heikkeneminen (23 %) sekä se, että voituksista huolimatta kempejä ei löydy ansoista (23 %).

Torjuntatoimien jälkeen viljelijöiden pelloilla 4–18 %:ssa porkkanoita oli yli 15 % lehtivioituksia, jotka aiheuttavat myös juuren painon alenemista. Kasvihuonekokeissa havaittiin, että kemppit vioittavat porkkanan taimia erittäin nopeasti varhaisissa kasvuvaiheissa. Yhden kemppin kolmen päivän imentä sirkkataimiasteella alensi juurenpainoa korjuuvaiheessa noin 35 %. Vasta nelilehtiasteella porkkanat sietivät tätä vioitusta ilman juurenpainon alenemista. Rikkakasvikilpailukokeessa neljän viikon rikkakasvikilpailu ei alentanut porkkanan satoa, vaikka yhden kemppin kuuden päivän syönti alensi. Kemppin vioittamissa porkkanoissa havaittiin alentunut sokeripitoisuus ja eräiden sekundaariaineiden pitoisuudet olivat kohonneita, mikä saattaa heikentää porkkanan makua.

Liima-ansat suositellaan vaihdettaviksi ainakin kaksi kertaa viikossa porkkanan sirikka–kaksilehtiasteen aikana, jotta torjuntatoimet saadaan oikein ajoitetuksi. Torjuntaruiskutusten vähentäminen on hankalaa, koska kemppit vioittavat porkkanoita odotettua nopeammin. Varhainen kylvö on paras tapa lyhentää aikaa, jolloin torjuntatoimia tarvitaan.

Avainsanat: porkkana, kasvinsuojelu, tuhoeläimet, porkkanakemppi, Trioza apicalis, tuholaistarkkailu, sato

Tausta ja tavoitteet

Taustaa

Porkkanakemppin vioituksista on esiintynyt Suomessa 1930-luvulta lähtien (Vappula 1935). Porkkanakemppin imentä aiheuttaa porkkanan lehtien käperytymistä, ja juuri jää pieneksi ja siihen muodostuu runsaasti hiusjuuria (Markkula ym. 1976). Porkkanakemppin tarkkailu keltaisilla liima-ansoilla aloitettiin 1990-luvun puolivälissä Suomessa. Tuolloin torjuntakynnykseksi määritettiin 1 kemppi/ansa/viikko ja hyvä torjuntateho savutettiin jo 2-3 pyretroidiruiskutuksella (Kallela ym. 1998). Suomessa ruiskutuskertojen määrä on lisääntynyt kuten muissakin Pohjoismaissa (Nehlin ym. 1994, Nordhus ym. 2006), mutta toisaalta Sveitsissä on selvitty jopa yhdellä käsittelyllä (Fischer & Terrettaz 2002). Tiedetään, että porkkanakemppien aiheuttama lehtivioitus tulee näkyviin keskimäärin kahdessa päivässä (Markkula ym. 1976), mutta juuren vioittumisnopeudesta ei ollut tarkkaa tietoa. Tämä projektin ensimmäisissä viljelijätapaamisissa keväällä 2005 saatiin palautetta, jonka mukaan vallitseva porkkanakemppin tarkkailukäytäntö, jossa liima-ansat vaihdetaan kerran viikossa, koettiin toimimattomaksi. Viljelijöiden havaintojen mukaan kemppien torjunta myöhästyy, jos tarkkailutulos saadaan vasta seitsemän päivän kuluttua. Viljelijöiltä saadun palautteen perusteella kemppin vioitusta oli syytä tutkia tarkemmin.

Tavoitteet

Porkkanakemppiosion tavoitteena oli kartoittaa porkkanakemppin torjunnassa vallitseva tilanne, kuinka suurelta osin torjuntatoimet tiloilla perustuvat tarkkailuun sekä mitata torjunnan tehokkuus, laskea porkkanakemppin tarkkailusta ja torjunnasta viljelijälle aiheutuvat kustannukset, ja kehittää tarkkailua siten, että voitaisiin vähentää torjunta-aineruiskutuksia porkkanakemppin torjunnassa. Porkkanakemppintarkkailukäytäntöjä selvitettiin kyselytutkimuksen avulla tammikuussa 2006. Tiloilla kartoitettiin kemppien torjunnan onnistumista kasvukausina 2005-2006 ja vuosina 2006-2007 tehtiin kasvihuoneessa kokeita, joilla selvitettiin porkkanan vioittumisalttiutta eri kasvuasteilla, jotta torjuntatoimien ajoitukselle saataisiin tarkemmat perusteet.

PORKKANAKEMPPIN TARKKAILUKYSELY

Johdanto

Keltaliima-ansojen käyttöä tuholaisien tarkkailumenetelmänä porkkanaviljelmillä testattiin VIVI-projektin aikana 1990-luvun puolivälissä eli noin 10 vuotta sitten. Tällä kyselytutkimuksella selvitettiin ensimmäisen kerran,

kuinka yleisesti menetelmä on otettu käyttöön ammattimaisessa porkkananviljelyssä, ja mitä puutteita tai ongelmakohtia liima-ansatarkkailussa on viljelijän näkökulmasta.

Aineisto ja menetelmät

Otos

Kyselytutkimus porkkananviljelijöille tehtiin tammikuussa 2006, koska vihanneviljelijöiden vuosirytmien perusteella arvioitiin, että tammikuussa viljelijöillä saattaisi olla eniten aikaa vastata kyselyyn. Viljelijäjoukkoa valittaessa reunaehdoiksi asetettiin, että porkkananviljelypinta-ala tilalla vuonna 2004 on ollut vähintään 0,5 ha. Lisäksi Oulun ja Lapin läänin porkkananviljelijät rajattiin pois, koska porkkanakemпин levinneisyys on Oulun läänissä ääriarjoillaan eikä se ulotu Lappiin ollenkaan. Näillä kriteereillä rajattuna porkkananviljelijöitä löytyi 236, joita poimittiin 170 viljelijän otos. Otos poimittiin siten, että kaikista kolmesta läänistä tulisi suhteellisesti sama prosenttiosuus viljelijöistä sekä siten, että tilat jakautuisivat mahdollisimman tasaisesti porkkanan viljelypinta-alojen suhteen. Kyselylomake lähetettiin sähköisenä kaikille niille suomenkielisille viljelijöille, joiden sähköpostiosoite oli tiedossa. Lisäksi poimittiin em. kriteereillä joukko viljelijöitä, joiden sähköpostiosoitetta ei ollut saatavilla, ja joille kysely postitettiin. Kaikille ruotsinkielisille viljelijöille, jotka osuivat otokseen, lomake lähetettiin postitse ruotsinkielisenä versiona. Lomakkeen ruotsinkielisen kieliasun tarkasti tutkija Isa Lindqvist. Olisimme mielellään lähettäneet nettikyselyn laajemmalle viljelijäjoukolle, jos sähköpostiosoitteita olisi ollut saatavissa enemmän, koska se olisi säästänyt työtä ja rahaa postituksessa. Ruotsinkielisiä lomakkeita lähetettiin kaikkiaan 14, ja niitä palautettiin 10. Suomenkielisiä nettikyselylomakkeita palautettiin 19 ja tavallisia kyselylomakkeista 39 kpl, jolloin vastausprosentiksi kokonaisuudessaan tuli 40 %.

Kyselylomake

Kyselyn taustatieto-osassa kysyttiin viljelijän ikäryhmää, porkkanan viljelypinta-alaa, keskimääräistä kasvulohkon kokoa, tilan viljelyjärjestelmää, sitoutumista ympäristötuen ehtojen noudattamiseen sekä porkkanakemppivioituksen esiintymistä tilalla.

Varsinaisessa kysymysoosassa kysyttiin, onko porkkanakemпин esiintymistä tilalla tarkkailtu käyttäen keltaliima-ansoja, joka oli suljettu kaksiarvoinen kysymys. Pääasiallista syytä olla käyttämättä liima-ansoja samoin kuin torjuntapäätöksen perustetta em. tapauksessa kysyttiin vaihtoehtoja luettelevalla suljetulla kysymyksellä, jossa oli kuitenkin yksi avoin vaihtoehto. Niiltä, jotka käyttävät keltaliima-ansa tarkkailua kysyttiin, kuinka monta liima-ansaa he käyttävät kasvulohkolla. Ansojen tarkastajaa samoin kuin tarkkailun tär-

keimpää ongelma-kohtia kysyttiin jälleen vaihtoehtoja luettelevalla suljetulla kysymyksellä, jossa oli yksi avoin vaihtoehto. Torjunnan onnistumista tarkkailuun perustuen kysyttiin kaksiarvoisella suljetulla kysymyksellä. Lopussa oli vielä yksi avoin kysymys, johon sai laittaa muita keltaliima-ansatarkkailuun liittyviä kommentteja. Tarkkailun tärkeimpiä ongelma-kohtia käsittelevässä kysymyksessä oli mahdollisuus valita useita vaihtoehtoja. Myös pääasiallista syytä olla käyttämättä keltaliima-ansoja ja torjuntapäätöksen perustetta tässä tapauksessa käsiteltiin monivastauskysymyksinä, koska osa vastaajista oli rastittanut niissä useamman vaihtoehdon.

Tulokset

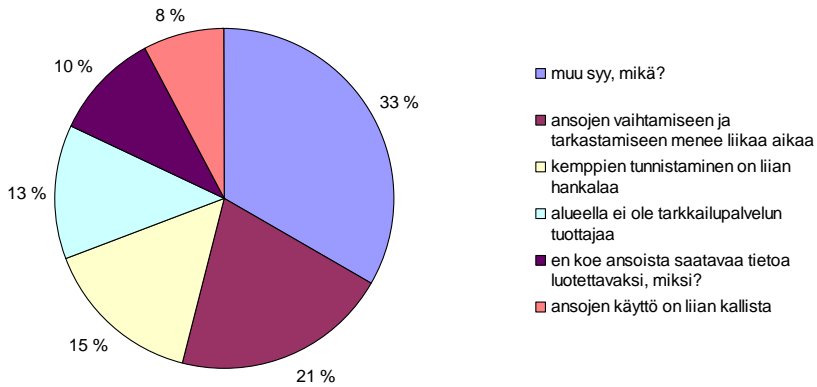
Kyselyyn vastanneiden viljelijöiden keskimääräinen porkkanan viljelypinta-ala tilalla oli noin 7 hehtaaria, mutta vaihtelua viljelyalassa oli runsaasti: 0,3-50 hehtaariin. 59 % vastanneista käytti keltaliima-ansatarkkailua porkkanakemпин esiintymisen seurantaan. Vastaavasti noin 37 % ei käyttänyt ja 4 % oli vastannut kyllä/ei-kysymykseen rastittamalla molemmat vaihtoehdot, mikä tulkittiin vastaukseksi: käyttää liima-ansoja satunnaisesti tai osalla tilasta. Yllättävän suuri prosentti (72 %) viljelijöistä, jotka käyttivät liima-ansoja, hoiti tarkkailun itse. Vain 23 % osti palvelun ulkopuolelta ja 5 % käytti naapuriviljelijän apua tai muuta ulkopuolista tahoja ansojen tarkastajana.

Liima-ansatarkkailua käyttävistä viljelijöistä 72 % käytti kasvulohkoa kohti 2-3 ansaa. Keskimääräinen kasvulohkon koko tässä joukossa oli 2,1 ha, jolloin hehtaaria kohti käytettiin suunnilleen yhtä ansaa. Vähemmän kuin kahta ansaa käytti 14 % samoin kuin yli 3 ansaa käytti 14 %.

Tärkein syy olla käyttämättä keltaliima-ansa tarkkailua oli muu syy, jota voitaisiin luonnehtia siten, että vastaaja ei katsonut tarvitsevansa liima-ansatarkkailua (kuva 1). Suunnilleen puolet näistä vastaajista, ei tarvitse tarkkailua, koska porkkanat ovat harson alla tai muovihuoneessa tai tilalla ei ole esiintynyt porkkanakempejä viime vuosina. Toinen puoli niistä, jotka olivat valinneet muun syyn, katsoivat tulevansa toimeen ilman liima-ansatarkkailua esim. kokemuksen ja kasvuton tarkkailun perusteella.

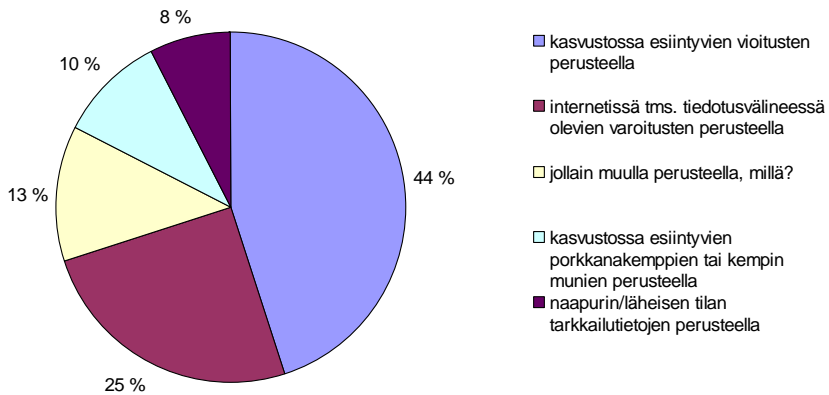
Kysyttäessä, mihin torjuntapäätös perustuu, kun liima-ansatarkkailua ei käytetä, tärkeimmäksi päätöksen perusteeksi nousi kasvustosta tarkkailu (kuva 2), joko kemпин voitusten (44 %), aikuisten kemppien tai kemпин munien perusteella (10 %). Monet yhdistivät tämän tiedon vielä internetissä tai muussa tiedostusvälineessä esiintyvään tuholaisvaroitukseen (25 %).

Syyt olla käyttämättä keltaliima-ansa tarkkailua



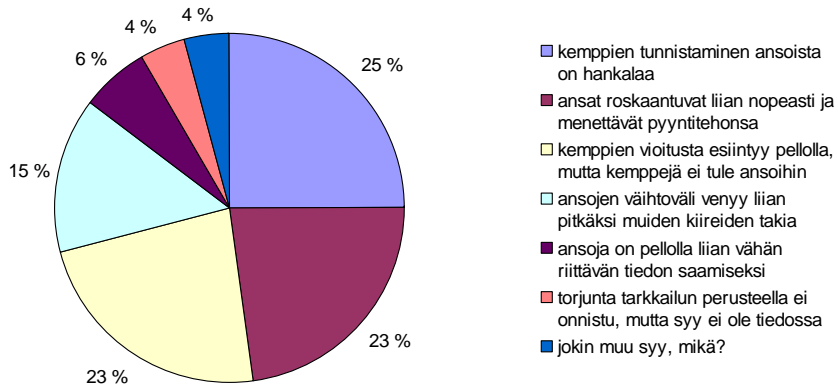
Kuva 1. Porkkananviljelijöiden vastausten prosentuaalinen jakauma kysymykseen: Pääsiallinen syy, miksi ette käytä liima-ansatarkkailua? Kysymys on analysoitu monivastauskysymyksenä.

Peruste, jolla torjuntapäätös tehdään, jos liima-ansoja ei käytetä



Kuva 2. Porkkananviljelijöiden vastausten prosentuaalinen jakauma kysymykseen: Jos ette tarkkaile porkkanakempin lentoa keltaliima-ansojen avulla, millä perusteella porkkanakempin torjuntapäätös tilallanne tehdään? Kysymys on analysoitu monivastauskysymyksenä.

Keskeisimmät ongelmat liima-ansatarkkailussa



Kuva 3. Porkkananviljelijöiden vastausten prosentuaalinen jakauma kysymykseen: Mitkä ovat mielestänne tarkkailun tärkeimmät ongelmakohdat? Kysymykseen oli mahdollista vastata rastittamalla useampi vaihtoehto.

Niistä, jotka käyttivät keltaliima-ansatarkkailua torjuntapäätöksen perustana, 56 % koki saaneensa tyydyttävän torjuntatuloksen ja 32 %:lla oli ongelmia tarkkailun kanssa. Jälleen 12 % oli vastannut kyllä/ei-kysymykseen rastittamalla molemmat vaihtoehdot, mikä tulkittiin siten, että liima-ansatarkkailussa esiintyy ongelmia ajoittain. Tärkeimmiksi keltaliima-ansatarkkailun ongelmiksi koettiin kemppien tunnistaminen liima-ansoista (25 %), ansojen roskaantuminen ja pyyntitehon nopea heikkeneminen (23 %) sekä se, että kemppejä ei löydy ansoista vaikka pellolla on jo voitusta (23 %) (kuva 3).

Tulosten tarkastelu

Vastanneista suurin osa käytti keltaliima-ansa tarkkailua, toisaalta vielä suurempi osuus viljelijöistä oli sitoutunut noudattamaan ympäristötuen ehtoja. Tuloksia voidaan pitää lähinnä suuntaa antavina, koska vastanneiden määrä oli varsin pieni. Holopaisen ym. (2004) mukaan virhemarginaali 75 otoskoollla ja 60-40 % frekvenssijakaumalla on noin 11,3 %, joten liima-ansoja käyttävien määrä viljelijöiden joukossa, josta otos on poimittu, voi vaihdella 48-70 prosenttiin.

Ne, jotka eivät käyttäneet keltaliima-ansatarkkailua, pitivät tärkeimpänä syynä sitä, että eivät tarvitse ansoja ja toiseksi tärkeimpänä syynä sitä, että ansojen vaihtaminen vie liian kauan aikaa. Myös sellaiset

viljelijät, jotka kokivat onnistuneensa ansojen käytössä kommentoivat avoimessa kysymyksessä liima-ansatarkkailun työläyttä ja sitä, että ansoja tarvittaisiin useampia lohkolle lentosuunnan määrittämiseksi, mutta työmäärä kasvaa liikaa.

Ne, jotka eivät käyttäneet keltaliima-ansatarkkailua torjuntapäätöksensä perustana, käyttivät pääasiallisesti kasvustossa esiintyviä vioituksia tai kasvustossa esiintyviä kemppejä (yht. 54 % vastanneista) torjuntapäätöksen perustana, monet yhdistivät vielä jossain mediassa esiintyvän varoituksen kasvuston tarkkailuun. Todennäköisesti viljelijät toimivat niin, että saatuaan varoituksen ensimmäisistä porkkanakempeistä median kautta, he aloittavat omien porkkanakasvustojensa tarkkailun. Kasvustosta tarkkailua laskemalla kemppeiden määrää kasveilla tiettyä rivimetrimäärää kohden, voidaan pitää luotettavana menetelmänä, sillä keltaliima-ansatarkkailussa on ongelmana muiden *Trioza*-suvun kemppeiden, erityisesti koiranputkikempin (*Trioza anthrisci*), esiintyminen liima-ansoissa (Nissinen 2008a). Tavallisesti koiranputkikempi lentää toukokuun aikana, mutta sitä saattaa esiintyä ansoissa myös kesäkuun alussa yhtä aikaa porkkanakempeiden kanssa. Nämä kaksi lajia ovat erotettavissa toisistaan vain genitaaliosien perusteella (ks. Nissinen 2008a).

Ne, joilla oli ongelmia keltaliima-ansatarkkailussa, valitsivat yleisesti useita vaihtoehtoja kysymyksestä. Keskeisimmiksi ongelmiksi nousivat kemppeiden tunnistamisen vaikeus, ansojen nopea roskaantuminen ja pyyntitehon menetyks sekä se, että vioitusta löytyi kasvustosta ennen kuin kemppejä tuli liima-ansoihin. Kemppeiden tunnistamisen vaikeus on tiedostettu tutkimuksessa jo useamman vuoden ajan, ja se vaatisi ratkaisukseen spesifisempää ansatekniikkaa, esim. feromoniansoja. Feromoniansa, joka on muodoltaan erilainen kuin tavallinen liima-ansa, vähentäisi todennäköisesti myös ansan roskaantumisen johtuvia ongelmia.

Se, että pellolla esiintyy vioitusta, mutta kemppejä ei välttämättä löydy liima-ansiosta on havaittu myös Ruotsissa (Kristoffersen, henkilökohtainen tiedonanto). Liima-ansasaalis on ilmeisesti säistä riippuvainen. Rygg (1977) on todennut, että keltamaljasaaliit korreloivat päivän aurinkoisten tuntien määrän sekä maksimilämpötilan kanssa, millä perusteella voidaan olettaa, että kempit liikkuvat enemmän aurinkoisina ja lämpiminä päivinä. Toisaalta kemppeiden määrät keltamaljoissa eivät välttämättä korreloineet porkkanoiden olevan vioituksen kanssa, minkä Rygg (1977) arvelee johtuvan siitä, että kasville asetuttuaan kempit ovat varsin liikkumattomia. Vaikka maljat toimivat pellolle tulevien kemppeiden pyydystämiseksi, ne eivät välttämättä mittaa luotettavasti pellolla olevan populaation määrää.

PORKKANAKEMPIN VIOITTAVUUS PELLOLA JA KASVIHUONEESSA

Aineisto ja menetelmät

Tiloilla kartoitettiin kempin torjunnan onnistumista kasvukausina 2005-2006 (Nissinen 2006). Porkkananäytteet otettiin torjuntaruiskutusten jälkeen vuonna 2005 neljältä lohkolta, vuonna 2006 kuudelta lohkolta. Näytteitä otettiin lohkon keskiosista 12-30 pisteestä, siten että näytteeseen nostettiin kaikki porkkanat puolen rivimetrim matkalta. Porkkanoista analysoitiin lehdissä esiintyvät kemppivioitukset 5 asteisella luokituksella sekä mitattiin juuren ja naatin paino.

Vuonna 2006 tutkittiin porkkanakemppien porkkanalle aiheuttamaa vioitusta sirkkalehtiasteella ja yksilehtiasteella siten, että kemppejä laitettiin kasveille syömään 1-3 kpl kolmen päivän ajaksi. Kempit poistettiin syöntijakson päätyttyä ja toukat torjuttiin kemiallisesti, kun ne olivat kuoriutuneet eli noin kahden viikon kuluttua muninnasta. Porkkanan taimet kasvatettiin yksittäin kasvihuoneella 3 litran muoviruukuissa (syvyys 20 cm, halkaisija 15 cm) käyttäen tihkukastelujärjestelmää kasteluun ja lannoitukseen.

Vuonna 2007 testattiin porkkanakemppien vioitusta yksi-, kaksi- ja nelilehtiasteella siten, että kemppejä laitettiin kasveille syömään 1-3 kpl kolmen päivän ajaksi. Kuten edellisissä kokeissa aikuiset kempit poistettiin yksitellen kolmen päivän jälkeen ja toukat torjunta-aineruiskutuksella noin kahden viikon kuluttua muninnasta. Toukokuun lopussa kylvetyn vioituskokeen porkkanat korjattiin syyskuun puolivälissä kasvihuoneelta. Niistä otettiin yhden kerranteen kaikista porkkanoista lehtiruoti ja -suoni näytteet (2 × 2g) fytoplasmanääritystä varten. Näytteet pakastettiin käsittelyyn saakka. Lisäksi juurista otettiin kustakin käsittelystä yhdistetty näyte kerranteittain kemiallisia analyysejä varten. Sokerit ja fenoliset yhdisteet analysoitiin MTT:n laboratoriossa. Fenolitutkimuksen yhteydessä määritettiin myös isokumariini (6-metoksimelleini) sekä falkarindioli ja falkarinoli, koska nämä aineet on yhdistetty porkkanan kitkerään makuun (Talcott & Howard 1999, Czepa & Hofmann 2003). Fytoplasmojen määrittäminen ja siihen liittyneet kemialliset analyysit (sokerit ja fenoliset yhdisteet) tehtiin Maiju ja Yrjö Rikalan Puutarhasäätiön myöntämällä rahoituksella.

Lisäksi tehtiin koe, jossa tutkittiin rikkakasvikilpailun ja kemppivioituksen yhteisvaikutusta. Kokeessa oli kaksi kemppivioitustasoa, ei vioitusta tai yhden kempin vioitus kuuden päivän ajan yksilehtiasteella sekä kolme rikkakasvitasoa 0, 2, tai 4 jauhosavikan tainta kilpailemassa porkkanoiden kanssa neljän viikon ajan. Kokeessa käytetyt rikkakasvitiheydet vastaavat 0, 113 ja 226 kpl/m³. Rikkakasvikilpailukokeen porkkanoiden juurista mitattiin typpi-

pitoisuus, pää- ja hivenravinteet sekä kuiva-aine pitoisuus. Alustavia ravinne- ja kuiva-aineanalyysyjä tehtiin myös näiden porkkanoiden lehdistä. Kaikista kokeista tehtiin maan ravinneanalyysit.

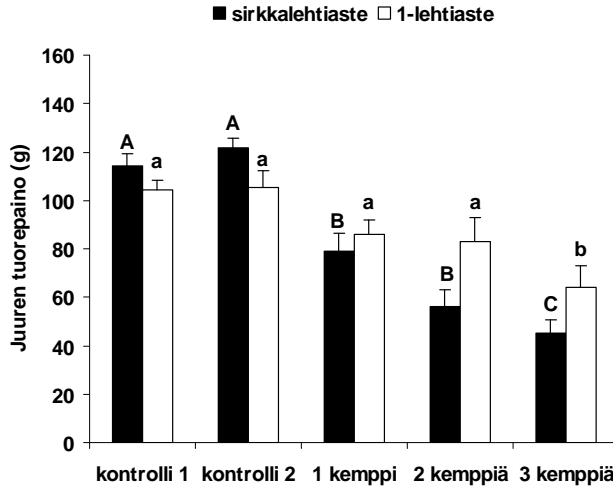
Tulokset

Viljelijöiden pelloilta tehtyjen satohavaintojen perusteella näytti, että yli 15 %:n lehtivioitus alentaa juuren keskipainoa, joten näiden vioitusten osuus näkyy myös sadon määrässä. Yli 15 % lehtivioituksia esiintyi 4-18 % porkkanoissa eri lohkoilla eri vuosina. Sen sijaan lievien, alle 15 % lehtivioitusten osalta vaikutus juuren painoon oli vaihteleva eri lohkoilla. Näiden havaintojen perusteella epäiltiin, että porkkanakemppin imentä saattaa vaikuttaa eri tavalla porkkanan eri kasvuasteilla, joten porkkanakemppin vioitusta tutkittiin tarkemmin kasvihuonekokeissa.

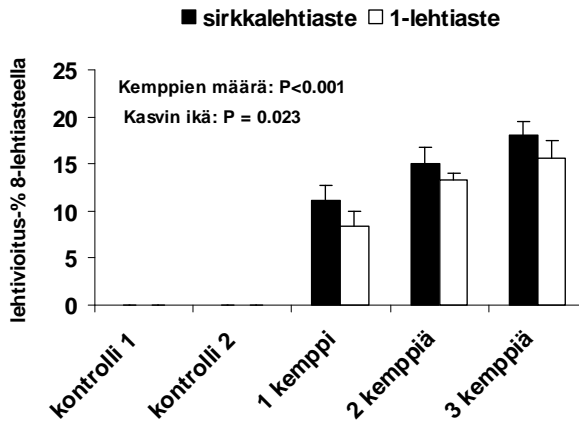
Vuoden 2006 kokeessa havaittiin, että porkkanat vioittuvat sirkkataimiasteella erittäin herkästi. Yhden kemppin imentä kolmen päivän ajan aiheutti noin 35 % juuren painon alenemisen sadonkorjuuvaiheessa (Nissinen ym. 2007). Yksilehtiasteella olevat porkkanat eivät vaikuttaneet yhtä herkiltä vioittumaan. Keskimääräinen lehtivioitusprosentti oli yksilehtiasteella vioitetuilla porkkanoilla alempi kuin sirkkalehtiasteella vioitetuilla. Sirkkalehtiasteella vioittuneista porkkanoista niissä, joissa oli noin 10 % lehtivioitus, oli myös alentunut juuren paino (kuvat 4 ja 5). Yksilehtiasteella noin 15 % vioitus johti juuren painon merkitsevään alenemiseen (Kuva 2). Siis juuren paino aleni merkitsevästi kontrolliin verrattuna vasta kolmen kemppin syönnin jälkeen. Kokeessa havaittiin voimakas vioittuneiden porkkanoiden lehtien värityminen, joka alkoi hiukan yli kuukauden kuluttua vioituksesta. Lisäksi juuriin kasvoi runsaasti hiusjuuria, joten epäiltiin, että porkkanakemppivioitukseen voisi liittyä myös kasvitauti, kuten fytoplasmainfektio.

Vuoden 2007 kokeessa uusittiin porkkanakemppin vioituksen testaus yksilehtiasteella, koska tässä käsittelyssä esiintyi runsaammin kemppien kuolleisuutta edellisen vuoden kokeessa kuin sirkkalehtiasteella. Lisäksi haettiin syönnin toleranssirajaa suuremmista kaksi- ja nelilehtiasteen porkkanoista. Sekä yksilehti- että kaksilehtiasteella jo yhden kemppin syönti kolmen päivän ajan alensi juuren painoa huomattavasti sadonkorjuussa. Nelilehtiasteella yhden kemppin kolmen päivän syönti ei vaikuttanut juuren painoon mitenkään. Kahden tai kolmen kemppin syönti alensi juuren painoa hiukan.

Rikkakasvikilpailukokeessa porkkanakemppin vioitus alensi porkkanan juuren painoa merkitsevästi mutta neljä viikkoa kestänyt rikkakasvikilpailu ei. Myöskään rikkakasvikilpailun ja porkkanakemppivioituksen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä kokeessa käytetyillä rikkakasvitiheyksillä.



Kuva 4. Sirkka- tai yksilehtiasteella tapahtuneen kolmen päivän mittaisen kemppivoitituksen vaikutus porkkanan (lajike Fontana) juuren tuorepainoon. Kontrollissa 1 porkkanan tainta ei käsitelty mitenkään. Kontrollissa 2 porkkanan taimi oli suljettu tyhjiin hyönteishäkkiin kolmen päivän ajaksi. Pylväät esittävät juurten keskipainoa sadonkorjuussa ja pylväiden päissä olevat janat keskiarvon keskivirhettä. Juurten painojen välillä eri käsittelyissä ei ole tilastollisesti merkittävää eroa, jos ne on merkitty samalla kirjaimella. (Lähde: Nissinen ym. 2007. Entomologia Experimentalis et Applicata 125: 277–283)



Kuva 5. Sirkka- tai yksilehtiasteella tapahtuneen kolmen päivän mittaisen kemppien imennän vaikutus porkkanan (lajike Fontana) lehtivioitukseen. Lehtivioitus on mitattu 8-lehtiasteella, kuten pellolla tehdyt mittauksetkin. Kummassakaan kontrollikäsitelyssä kasvilla ei ollut kempejä. Sekä kemppien määrä kasvilla että kasvin ikä voitushetkellä vaikuttivat merkittävästi lehtivioituksen määrään. (Lähde: Nissinen ym. 2007. Entomologia Experimentalis et Applicata 125: 277–283)

Fytoplasmoja ei osoitettu sadonkorjuuvaiheessa kerätyistä lehtinäytteistä (30 vioittunutta kasvia). Kahdesta näytteestä monistui fytoplasmojen yleisalukkeilla oikeankokoinen PCR tuote, joista toinen pystyttiin sekvensoimaan, ja se osoittautui bakteeriksi. Lisäksi 15:sta esikoenäytteestä, jotka oli kasvatettu kevättalvella 2007, neljästä monistui oikeankokoinen PCR tuote samoilla yleisalukkeilla. Nämä osoittautuivat myös bakteereiksi. Kokonaissokeripitoisuus oli selvästi alentunut yksilehtiasteella voitetuissa porkkanajuurissa, kun taas eräiden fenolisten yhdisteiden ja 6-metoksimelleinin pitoisuudet kohosivat kemprien vioittamien porkkanoiden juurissa.

Tulosten tarkastelu

Porkkana on erittäin altis porkkanakemпин vioitukselle sirkka-, yksi- ja kaksilehtiasteella ja juuren painoon vaikuttava vioitus tapahtuu odotettua nopeammin, jo kolmessa päivässä. Aiemmin oli havaittu, että yksi porkkanakemppinaaras porkkanantaimella koko kesän ajan esti pääjuuren muodostumisen kokonaan (Markkula ym. 1976), mutta tarkempaa tietoa juuren vioitusnopeudesta ei ollut saatavilla. Tämän projektin uudet tutkimustulokset vahvistavat viljelijöiden havainnot siitä, että 7 päivän tarkkailujakso voi olla kemпин torjunnan onnistumisen kannalta liian pitkä. Samalla nämä tulokset asettavat erittäin kovat vaatimukset kemпин torjuntatoimien ajoittamiselle, missä tarkkailun onnistuminen nousee keskeiseen asemaan. Toisaalta viljelijäkyselyssä kävi ilmi, että kemprien tunnistaminen on yksi tärkeimmistä liima-ansatarkkailun ongelmista, mikä pitäisi ratkaista kehittämällä kempile spesifisiä ansoja kuten feromoniansoja tai isäntäkasvin hajulla tehostettuja ansoja. Kemprien kykyä aistia isäntäkasvin ja toisten kemppiyksilöiden haihtuvia yhdisteitä on tutkittu Ruotsissa (Kristoffersen 2006), mutta lajispesifisten ansojen kehittäminen vaatii vielä runsaasti lisätutkimusta.

Porkkanataimet sietivät kolmen päivän kemppivioitusta vasta nelilehtiasteella (toleranssi) juuren painon alentumatta. Tämä tarkoittaa, että aika jolloin torjuntaa pellolla tarvitaan voi olla pitkä. Jos porkkana on sirkkalehtiasteella, kun kemпин lento alkaa, porkkana saattaa olla alttiissa vaiheessa käytännössä koko kemppien lentoajan. Kemprien lento kestää Suomessa 3-6 viikkoa (Kallela ym. 1998) Kasvihuoneessa kehitys sirkkalehtiasteelta nelilehtiasteelle kestää noin neljä viikkoa, mutta kasvihuoneessa porkkanoiden alkukehitys on nopeampaa kuin pellolla, ja porkkanat ovat suurempia (noin 15 cm korkeita) kuin ne olisivat nelilehtiasteella olleet pellolla, joten pelto-olosuhteissa toleranssirajan saavuttaminen saattaa kestää vielä pitempään. Tällainen tilanne vääjäämättä johtaa useiden peräkkäisten torjuntaruiskutusten tarpeeseen, mikä puolestaan lisää torjunta-aineresistenssin riskiä. Norjassa resistenttien kemppikantojen kehittymistä on epäilty, mutta toistaiseksi geneettistä perustaa resistenssille ei ole pystytty osoittamaan (Nordhus ym. 2006). Tämän hetkisen tiedon perusteella paras keino vähentää torjuntaruiskutusten tarvetta on kylvää porkkanat mahdollisimman aikaisin, jotta ne olisivat mahdolli-

simman suuria kempin lennon alkaessa. Porkkanoiden suurempaan kokoon kemprien lennon alkaessa perustuu oletettavasti myös vähäisempi torjuntaruiskutusten tarve Sveitsissä (Fischer & Terrettaz 2002). Keski-Euroopassa porkkanat voivat olla jopa 7-lehtiasteella kesäkuussa (Láska, henkilökohtainen tiedonanto).

Tulokset osoittivat, että lyhytaikainen kemprien syönte vaikuttaa porkkanan satoon, mutta lyhytaikainen rikkakasvikilpailu ei vaikuta. Aiemmin on havaittu, että porkkana sietää kasvun alkuvaiheessa jonkin aikaa rikkakasvien kilpailua ilman merkittävää vaikutusta sadon määrään. Siitä, kuinka pitkään rikkakasvien voidaan antaa kasvaa ennen kuin ne on torjuttava, on erilaisia arvioita ja tutkimustuloksia. Esimerkiksi Freitasin ym. (2004) tulosten mukaan rikkakasvit olisi poistettava viimeistään 58 päivän kuluttua kylvöstä. Fivelandin (1974) kokeissa rikkakasvit oli poistettava viimeistään 28 päivän kuluttua porkkanan kylvöstä, jos satotappioilta haluttiin välttyä. Ei siis ole yllättävää, että tässä kokeessa neljän viikon rikkakasvikilpailu ei sinällään vaikuttanut porkkanan satoon. Uutta tietoa on kuitenkin se, etteivät rikkakasvien kanssa kilpailleet porkkanat olleet kemppeilyä parempia kuin ilman kilpailua kasvaneet porkkanat.

Fytoplasmatartuntaa ei ole toistaiseksi varmuudella osoitettu vioittuneista kasveista, vaikka väritymisoire muistuttaa vahvasti Aster yellows-fytoplasmaoiretta porkkanalla. Toisaalta kemppeilyä ei välttämättä liity fytoplasmaa. Munyaneza ym. (2007) eivät löytäneet fytoplasmoja *Bactericera cockerelli*-kemppeilyä aiheuttavista perunoista. Toisaalta taas infektion löytäminen ei aina ole varmaa, koska fytoplasmat jakautuvat epätasaisesti kasvin sisällä (Errea ym. 2002). Esimerkiksi Lee ym. (2006) löysivät Aster yellows -fytoplasman vain viidestä tutkituista 45 näytteestä. Lisäksi fytoplasmojen esiintyminen kasvin johtojänteissä voi vaihdella kasvukauden eri aikoina, mikä on havaittu esimerkiksi hedelmäpuilla (Jaraus ym. 1999, Errea ym. 2002, Garcia-Chapa 2003). Porkkanallakin on mahdollista, että fytoplasmojen esiintyminen voimakkaasti oireilevissa kasveissa oli jo vähentynyt, koska oletettavasti fotosynteesi ja siten sokereiden kuljetus johtosoluissa oli heikentynyt voimakkaasti lehtien väritymisen takia. Kasveista, joiden oireet muistuttavat fytoplasmaoireita, on eristetty myös bakteereita (esim. Bressan ym. 2007).

Kokonaissokeripitoisuus oli selvästi alentunut yksilehtiasteella vioitetuissa porkkanajuurissa. Kaksilehtiasteella aleneminen ei ollut merkitsevä suhteessa kuivapainoon, mutta vioittuneiden juurten kuivapainoprosentti oli alentunut. Sokeripitoisuuden lasku vioittuneissa juurissa voi liittyä fytoplasmainfektiioon. Muilla kasveilla, joissa on fytoplasmatartunta, on havaittu sokeri- tai tärkkelyspitoisuuden laskua juurissa (Lepka ym. 1999, Bressan ym. 2007). Fytoplasmaoireiden kehittymisen kasvissa arvellaan johtuvan siitä, että sokereiden kuljetus fytoplasman infektoimien kasvien johtosoluissa on häiriintynyt (Lepka ym. 1999). Aiemmin ei ole havaittu porkkanakempin vioituksen

vaikuttavan porkkanan juurten sokeripitoisuuteen (Markkula ym. 1976). Sen sijaan C-vitamiinipitoisuus vioittuneissa porkkanoissa oli kohonnut ja karoteenipitoisuus alentunut (Markkula ym. 1976). Tässä tutkimuksessa eräiden fenolisten yhdisteiden ja 6-metoksimelleiinin pitoisuudet olivat kohonneita kemppien vioittamien porkkanoiden juurissa. Tietävästi fenolisia yhdistettä tai 6-metoksimelleiiniä ei ole aiemmin tutkittu porkkanakemppien vioituksen yhteydessä. Sen sijaan 6-metoksimelleiinin tiedetään indusoituvan useiden muiden stressitekijöiden, kuten kasvitauti-infektioiden ja mekaanisen stressin, yhteydessä (esim. Talcott & Howard 1999, Seljåsen ym. 2001) ja se on yhdistetty porkkanan kitkerään makuun (Talcott & Howard 1999). Juuressa tapahtuvien kemiallisten muutosten perusteella porkkanakemppivioitus voi aiheuttaa satotappion lisäksi myös laatutappiota, koska sokeripitoisuuden lasku yhdistettynä puolustusaineiden pitoisuuksien nousuun voivat heikentää porkkanan makua.

Tarkkailumenetelmien toimivuus tulosten perusteella

1. Liima-ansoista on saatavissa kohtalaisen hyvin tieto kemppien lennon alkamisesta, jos lajit kyetään erottamaan toisistaan. (Tämän projektin aikana sekä neuvoja että viljelijöitä on koulutettu näiden kahden lajin tunnistamisessa, jotta porkkanakemppien lennon alkaminen saataisiin tarkemmin määritettyä.) Liima-ansojen vaihto kaksi kertaa viikossa on suositeltavaa, jos porkkanantaimet ovat sirkka-kaksilehtiasteella porkkanakemppien lennon alkaessa.

2. Tarkkailukyselyn mukaan voitusten lasku kasvustosta oli toinen yleinen tapa määrittää kemppien torjuntatarve ja sitä käytetään torjuntakynnyksen määrittämiseen ainakin Sveitsissä (Fischer & Terrettaz 2002). Voitusten laskeminen voi olla ongelmallista Suomen oloissa silloin, kun porkkana taimettu myöhään, koska sirkkalehtiasteen vioitus ei tule näkyviin ennen ensimmäisen lehden kehittymistä. Kasvulehdissä kemppien vioitus tulee näkyviin keskimäärin kahdessa päivässä syönnin alkamisesta. Kun jo kolmen päivän syöntivioitus aiheuttaa sadon alennusta varhaisissa kasvuvaiheissa, voitusten laskeminen pitäisi tehdä päivittäin, jotta tiedettäisiin tarpeeksi tarkasti milloin vioitus on alkanut.

3. Porkkanakemppien kasvustosta tarkkailu on tarkka menetelmä, jos torjuntapäätös perustuu tietyltä rivimetrimäärältä laskettuun aikuisten kemppien määrään. Kemppien laskeminen kasvustosta on kuitenkin hidas ja työläs menetelmä, joten se ei sovi suurilla pinta-aloilla käytettäväksi.

Jatkotoimenpiteitä

Seuraavaksi tulisi määrittää porkkanakemppien keltaliima-ansasaaliiden suhde kasvustossa esiintyvien kemppien määrään. Viljelijät ovat valittaneet että liima-ansoihin tuleva kemppimäärä ei välttämättä anna luotettavaa kuvaa kasvustossa olevien kemppien määrästä. Kasvihuonekokeiden perusteella

tiedetään, mikä määrä kemppejä aiheuttaa vioituksen eri kasvuasteilla. Jotta taloudellinen torjuntakynnys pystyttäisiin laskemaan, tarvittaisiin tarkkaa tietoa kasvustossa esiintyvien kemppeiden määristä. Tätä työtä aloitettiin hiukan kesällä 2007, jolloin vilkkaimman kemppeiden lennon aikana **alustavissa** laskennoissa kemppeiden määrät kasvia kohti vaihtelivat 0-4 kappaleeseen keskiarvojen ollessa 0,5 - 1,5 kasvia kohti eri lohkoilla.

Porkkanakempille tulisi etsiä muita kuin kemiallisia torjuntamenetelmiä, koska pitkäaikainen ja toistuva pyretroidien käyttö torjunnassa aiheuttaa ilmeisen resistenssiriskin. Lajilla, joka vioittaa hyvin nopeasti, kuten kempit, karkoteaineet voisivat olla hyvä torjuntakeino, koska ne karkottavat hyönteisiä ennen kasville saapumista. Karkoteaineiden käyttö voitaisiin yhdistää houkutuskasvien käyttöön (Nissinen 2008b). Spesifisempien ja aktiivisesti pyydystävien ansojen esim. feromoniansojen kehittäminen porkkanakempeille vähentäisi tarkkailuun käytettävää työmäärää ja lisäisi tarkkuutta.

Tukimusta mahdollisen fytoplasma- tai bakteerisaastunnan esiintymisestä kempin vioittamissa porkkanoissa jatketaan viljelijöiden pelloilta kerätyistä porkkananäytteistä kesän 2008 aikana. Lisäksi testataan öljypohjaisten aineiden toimivuutta porkkanakempin torjunnassa. Vastaavaa menetelmää on käytetty esim. kirvojen levittämän Y-viruksen torjunnassa perunalla.

Kirjallisuus

- Bressan, A., Sémétey, O., Nusillard, B. & Boudon-Padieu, E. 2007. The syndrome "basses richesses" of sugar beet in France is associated with different pathogen types and insect vectors. *Bulletin of Insectology* 60: 395–396.
- Czepa, A. & Hofmann, T. 2003. Structural and sensory characterization of compounds contributing to the bitter off-taste of carrots (*Daucus carota* L.) and carrot puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3865–3873.
- Errea, P., Aguelo, V. & Hormaza, J. I. 2002. Seasonal variation in detection and transmission of pear decline phytoplasma. *Journal of Phytopathology* 150: 439–443.
- Fischer, S. & Terrettaz, C. 2002. Lutte raisonnée contre le psylle de la carotte. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 34: 159–165.
- Fiveland, T.J. 1974. The competition between swedes or carrots and annual weeds. *Meldinger fra Norges Landbrugshøgskole*, 53(21). Ås: Norges Landbrugshøgskole. 15 s.

- Freitas, R.S., Sedyama, M.A.N., Pereira, P.C., Ferreira, F.A., Cecon, P.R. & Sedyama, T. 2004. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da Mandioquinha-salsa. (Englanninkielinen abstrakti: Periods of weed interference in Peruvian carrot crop.) *Planta daninha* 22: 499–506. ISSN 0100-8358. Viitattu 18.6.2008. Saatavissa internetistä: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n4/a03v22n4.pdf>.
- Garcia-Chapa, M., Medina, V., Viruel, M. A., Laviña, A. & Battle, A. 2003. Seasonal detection of pear decline phytoplasma by nested-PCR in different pear cultivars. *Plant Pathology* 52: 513–520.
- Holopainen, M., Tenhunen, L. & Vuorinen, P. 2004. Tutkimusaineiston analysointi ja SPSS. Hamina: Yrityssanoma Oy. 277 s.
- Jarausch, W., Lansac, M. & Dosba, F. 1999. Seasonal colonization pattern of European stone fruit yellows phytoplasmas in different *Prunus* species detected by specific PCR. *Journal of Phytopathology* 147: 47–54.
- Kallela, M., Ketola, J., Taivalmaa, S.-L. & Tiilikkala, K. 1998. Porkkanakemпин tarkkailu ja kynnyсарvot. Teoksessa: Suojala, T. & Pessala, R. (toim.). Laatuviһannesten hyvät viljelymenetelmät: Tutkimusohjelman loppuraportti. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 43. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 27–33.
- Kristoffersen, L. 2006. Getting to know *Trioza apicalis* (Homoptera: Psyllodea) – a specialist host-alternating insect with a tiny olfactory system. Thesis, Lund University. 89 s.
- Lee, I. M., Bottner, K. D., Munyaneza, J. E., Davis, R. E., Crosslin, J. M., du Toit, L. J. & Crosby, T. 2006. Carrot purple leaf: a new spiroplasmal disease associated with carrots in Washington State. *Plant Disease* 90: 989–993.
- Lepka, P., Stitt, M., Moll, E. & Seemüller, E. 1999. Effect of phytoplasmal infection on concentration and translocation of carbohydrates and amino acids in periwinkle and tobacco. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 55: 59–68.
- Markkula, M., Laurema, S. & Tiittanen, K. 1976. Systemic damage caused by *Trioza apicalis* on carrot. *Symposia Biologica Hungarica* 16: 153–155.
- Munyaneza, J. E., Crosslin J. M., & Upton, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “zebra chip”, a new potato disease in southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*. 100: 656–663.
- Nehlin, G., Valterová, I. & Borg-Karlson, A.K. 1994. Use of conifer volatiles to reduce injury caused by carrot psyllid, *Trioza apicalis*, Förster (Homoptera, Psylloidea). *Journal of Chemical Ecology* 20: 771–783.

- Nissinen, A. 2006. Porkkanakemпин voitukset porkkanapelloilla torjuntatoimien jälkeen. Teoksessa: Vanhala, P. (toim.). Vihannesten kuluttajalaadun parantaminen – esimerkkinä porkkana: tutkimushankkeen seminaari, MTT Jokioinen, M-talo, 24.8.2006. MTT:n selvityksiä 134. Jokioinen: MTT. s. 29–33.
- Nissinen, A. 2008a. Tunnista porkkanakemppi! Puutarha & Kauppa 12/2008: 12.
- Nissinen, A. 2008b. Towards ecological control of carrot psyllid (*Trioza apicalis*). Dissertation. Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences 225. Kuopio: University of Kuopio. 128 s.
- Nissinen, A., Vanhala, P., Holopainen, J. K. & Tiilikkala, K. 2007. Short feeding period of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discoloration. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 125: 277–283.
- Nordhus, E., Andersen, A., Meadow, R., Trandem, N., & Johansen, N. S. 2006. Resistens mot skadedyr midler stadig mer utbredt. *Gartneryrket* 96: 23–26.
- Rygg, T. 1977. Biological investigations of the carrot psyllid *Trioza apicalis* Förster (Homoptera, Triozidae). *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 56: 1–20.
- Seljåsen, R., Bengtsson, G. B., Hoftun, H. & Vogt, G. 2001. Sensory and chemical changes in five varieties of carrot (*Daucus carota* L) in response to mechanical stress at harvest and post-harvest. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 436–447.
- Talcott, S. T. & Howard, L. R. 1999. Chemical and sensory quality of processed carrot puree as influenced by stress-induced phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 1362–1366.
- Vappula, N. 1935. Porkkanakemppi, uusi vaarallinen tuholainen. Suomen Puutarhaviljelijäin liiton lentolehtisiä N:o 6. Hämeenlinna: Arvi A. Karisto Oy. 4 s.

Varastotestien ja vähittäiskaupan porkkana-aineisto

Petri Vanhala¹⁾, Marja Kallela¹⁾, Terhi Suojala-Ahlfors¹⁾ ja Esa Wallius²⁾

¹⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Palveluyksikkö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Tässä osiossa kuvataan viljelijöiltä ja vähittäiskaupasta hankittu porkkana-aineisto, jota käytettiin useissa tämän hankkeen osatutkimuksissa. Tutkimukseen osallistui 18 porkkananviljelijää Forssan ja Laitilan seuduilta. Kukin viljelijä toimitti tutkimukseen yhdeltä tai kahdelta porkkanalohkolta noin 60 kg:n porkkananäytteet. Tutkittavat porkkananäytteet otettiin syksyllä normaaliin porkkanannostoaikaan. Kolmannes näyte-erästä – MTT kasvinsuojelulle toimitettavat porkkanat – säilytettiin jo tilalla +10 °C:ssa tai ulkolämpötilassa. Muu osa näyte-erästä jäähdytettiin varastolämpötilaan ja toimitettiin MTT puutarhatuotannon porkkanavarastoon. Näytteiden ulkoinen laatu määritettiin ja niistä otettiin osanäytteet varastokokeisiin (MTT puutarhatuotanto), kasvitautitesteihin (MTT kasvinsuojelu), pilaajabakteerimäärytyksiin (MTT biotekniikka- ja elintarviketutkimus), ihmispatogeenimäärytyksiin (Evira) sekä aistittavan laadun määrytyksiin (MTT biotekniikka- ja elintarviketutkimus). Varastoitujen erien varastosta otto tapahtui tammi- ja maaliskuussa, kummallakin kertaa kahdessa osassa, noin 13 porkkanaerää viikkoa kohti. Varastoinnin päätteeksi porkkanat lajiteltiin tautioireiden mukaan ja toimitettiin eteenpäin muihin analyysihin.

Turun ja Forssan seudun vähittäiskaupoista ostettiin näytteet pussiporkkanasta kahtena varastokautena, 2005–2006 ja 2006–2007, molempina kausina kolmena ajankohtana: syksyllä, talvella ja keväällä. Kullakin näytekerralla ostettiin 15–20 porkkanaerää, suuruudeltaan 6 kg. Vähittäiskaupan porkkananäytteistä määritettiin MTT puutarhatuotannossa ulkoinen laatu, minkä jälkeen ne toimitettiin edelleen muille hankkeessa mukana oleville MTT:n yksiköille ja Eviraan.

Varastointikaudella 2005–2006 ostetuissa pussiporkkanoissa tautisten porkkanoiden osuus oli talvella ja keväällä tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin syksyllä. Lisäksi vanhempien pussien porkkanoissa oli enemmän kasvitautioireita kuin pian pakkaamisen jälkeen ostetuissa.

Avainsanat: porkkana, kasvitaudit, laatu, varastointi, kestävyys, vihannekset

Johdanto

Tutkimushankkeen osioissa 2 (porkkanan käyttölaadun parantaminen) ja 3 (porkkanan mikrobiologisen turvallisuuden varmistaminen) käytettiin yhteisiä porkkana-aineistoja. MTT Puutarhatuotanto vastasi näytteiden hankinnasta, mahdollisesta varastoinnista sekä porkkanoiden ulkoisen laadun määrittämisestä. MTT kasvinsuojelu analysoi kasvien sienitaudit sekä kehitti niiden määrittämis- ja ennustemenetelmiä. MTT biotekniikka- ja elintarviketutkimus määrittäi porkkananäytteiden pilaajabakteerit ja mikrobimäärät sekä arvioi aistittavan laadun. Evira, mikrobiologian tutkimusyksikkö testasi *Yersinia*- ja *Listeria*-bakteerien esiintymisen näytteissä.

Yhteisiä näytteitä oli kolmenlaisia: (1) Hankkeeseen osallistuneiden viljelijöiden toimittamat näytteet, (2) vähittäiskaupasta ostetut näytteet ja (3) kaupapaketjukokeissa käytetyt porkkanat. Tässä kuvataan kaksi ensimmäistä ryhmää: viljelijänäytteet sekä vähittäiskaupan näytteet.

Viljelijöiden toimittamat näytteet

Tutkimukseen osallistui yhteensä 18 porkkananviljelijää Forssan ja Laitilan seuduilta. Kukin viljelijä toimitti tutkimukseen yhdeltä tai kahdelta porkkanalohkolta noin 60 kg porkkananäytteet. Syksyllä 2005 näytteitä oli yhteensä 26 lohkolta, syksyllä 2006 puolestaan 24 lohkolta. Tavoitteena oli, että näytteet olisivat pääosin yhtä tai kahta lajiketta. Ensisijainen lajike oli Maestro, toisena vaihtoehtona Nerac. Näytteet jakautuivat lajikkeittain seuraavasti vuosina 2005/2006: Maestro 16/17, Nerac 5/3, muut 5/4. Muut lajikkeet olivat vuonna 2005 Nelix (2 näytettä), Nanda, Nottingham ja Panther (1 näyte kutakin) ja vuonna 2006 Nanda, Navarino, Nottingham ja Panther (1 näyte kutakin).

Viljelijät ottivat lohkoilta porkkanannoston yhteydessä maanäytteet, jotka analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä (taulukot 1a ja 1b). Lisäksi useimmilta porkkanalohkoilta otettiin maanäytteet, joista norjalainen Carrotech AS testasi mustamädän aiheuttajasienen esiintymisen (taulukko 2). Testattavasta maanäytteestä uutetaan DNA:ta, joka sitten tutkitaan spesifisillä PCR-analyysillä taudianaiheuttajasiesten läsnäolon toteamiseksi (Pat. hak. PCT/GB2003/004712). Vuonna 2005 maanäytteet Carrotech-testeihin otettiin nostettujen porkkananäytteiden mullasta, mutta vuonna 2006 näyte otettiin aiemmin kasvukaudella, ajanjaksona 30.8.–14.9.2006. Jälkimmäisessä tapauksessa näyte harjattiin 20–30 porkkanan pinnalta; näyteporkkanat otettiin tyypillisesti noin 15 m × 80 m kokoiselta alueelta.

Kasvukausi 2006 oli loppukesään saakka kuiva, joten porkkanoiden kasvussa oli huomattavia eroja riippuen eri lohkojen kastelumahdollisuuksista. Loppukesän sateet korjasivat jonkin verran kuivimpienkin lohkojen tilannetta.

Taulukko 1a. Vuoden 2005 porkkanalohkojen viljavuusanalyysitulokset. Ravinteiden määrät mg/l, johtoluku 10xmS/cm.

Lohko	Maa- laji	Multa- vuus	Joh- tolu- ku	pH	Ca	P	K	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	N, liuk.
A01	LjS	erm	3,6	6,9	4000	38	255	355	111	2,9	17	13	4,06	12
B04	Mm		2	6,2	5100	5,8	144	836	24	1,1	11	8,9	2,17	<10
C24	Mm		4	5,6	3500	8,5	81,4	312	107	1,1	3	21	5,88	25
D06	Mm		3,1	6,1	3700	16	123	352	68	1,3	7,8	20	3,59	13
E14	Ct		1,8	5,7	2500	12	257	411	32	1	11	50	6,07	13
F15	HHt	m	1,1	5,6	1100	25	88,5	86,6	41	0,8	5,7	82	8,19	<10
G20	Mm		2,3	5,3	1500	6,5	99,9	188	74	1,3	9,9	44	7,69	<10
H26	Mm		5,5	5,6	4600	17	154	304	185	1,7	12	29	6,01	33
I13	Mm		4,8	5,1	2800	7	156	386	177	1,1	8,3	83	6,35	26
J17	Mm		4	6,7	5300	22	151	435	127	2,7	9,1	8,3	4,54	18
K05	He	erm	2,8	6,1	2000	12	227	196	90	2,3	5,6	12	5,96	<10
L10	KHt	m	0,9	6,4	1500	6,6	88,7	160	26	0,5	3,2	4	1,12	<10
M25	sMm		3,4	5,7	3800	8,9	194	623	111	1	10	25	3,42	<10
N07	Mm		3,7	5,9	4500	11	147	417	153	1,3	11	20	1,79	<10
O12	LCt		1,7	5,6	5700	68	74,1	564	14	2,2	8,8	63	8,91	<10
P19	Mm		1,8	6,1	5200	4,8	156	746	27	1,2	7,3	13	2,19	<10
Q23	LCt		6,7	5,8	5400	14	50,2	621	322	3,4	11	37	13,4	<10
R11	Mm		5	6,9	4100	130	298	255	179	2,7	6,1	19	12,9	11
S02	Mm		5,3	5,7	4300	15	178	296	167	1,6	10	28	6,31	22
T08	HtMr	erm	3,3	6,6	3300	5,6	88	412	124	0,9	5,5	<3	1,46	10
U21	Hs	m	5,1	6,6	2200	11	69,2	342	236	1,6	5,4	9,1	2,01	<10
V09	LCt		2,6	5,5	3900	13	61,4	467	86	1,5	7,1	43	8,17	19
W22	LCt		1,7	5,3	2700	14	38,7	235	40	0,7	4,9	26	5,87	<10
X18	Mt		2,2	5,6	4700	9,5	139	436	55	1,2	12	30	5,1	11
Y03	Mm		2,1	6,3	3400	20	281	391	64	2,5	7,8	7,8	9,58	<10
Z16	KHt	m	1	5,8	1500	6,8	21,6	213	26	0,8	6,7	11	2,79	<10

Taulukko 1b. Vuoden 2006 porkkanalohkojen viljavuusanalyysitulokset.

Lohko	Maa- laji	Multa- vuus	Johto- luku	pH	Ca	P	K	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	N, liuk.
A35	Mm		8	5,3	4600	12	315	442	202	1,9	12	79	6,12	91
B39	sMm		2,9	6,7	5000	58	252	245	69	2,1	11	8	4,59	20
C46	HeS	rm	2,4	6,6	2900	27	206	231	56	1,3	7,1	11	2,38	17
D42	HtS	erm	6,3	5,4	4200	7,5	427	577	215	1,4	16	26	1,63	56
E45	HeS	erm	4	5,8	2800	9,7	206	278	108	1,1	8,9	19	8,24	45
F38	HHt	m	1,5	5,6	980	16	135	57,4	66	0,7	3,3	46	2,89	17
G31	HtMr	erm	8,2	4,7	1200	11	133	268	423	2,2	11	170	8,87	20
H37	KHt	rm	2,1	5,6	1900	9,9	93,9	130	38	0,7	8,1	18	2,29	26
I32	KHt	erm	6,5	4,7	1400	31	217	245	129	1,4	7,3	170	6,12	72
J36	KHt	m	1,4	6,3	1500	12	68	164	41	1,1	7,1	6,8	2,21	22
K52	sMm		4,2	6,5	4900	18	90,8	348	146	2,3	8,5	9,7	3,12	41
L47	Ct		6,3	5,1	2700	7,1	212	409	159	1,7	9,3	120	5,66	88
M51	He	m	24,9	6,3	2700	10	83,9	376	865	1,5	4,7	8,6	1,27	26
N43	Mm		11,7	4,7	2300	14	628	389	591	2,6	11	270	3,84	110
O40	sMm		4,2	5,6	2800	16	270	289	86	1,4	10	18	4,63	43
P41	Mm		3,5	5,2	2800	5,7	270	337	114	1	9,1	38	4,92	28
Q49	HeS	rm	4,5	5,7	1800	13	248	224	150	1,9	5,4	22	5,03	10
R48	HeS	rm	2,3	6,7	3200	34	318	187	47	2,3	11	9,6	2,75	31
S34	sMm		5,1	6,1	2700	10	134	495	208	1,4	7,1	7,6	3,16	17
T50	Ct		6	4,8	1500	8,3	238	381	121	1,1	5,8	180	6,29	72
U33	KHt	m	2,4	6	1400	9,6	126	61,3	68	0,8	2,9	6,4	2	33
U33	KHt	m	2,4	6	1400	9,6	126	61,3	68	0,8	2,9	6,4	2	33
V53	HtMr	erm	7,5	5,9	3000	7,1	243	427	294	2	7,2	11	3,15	50
X44	sMm		5,9	4,7	2500	7,4	108	213	196	2,7	4,5	210	8,52	43
Y54	HsS	rm	1,9	6,5	2600	26	314	288	35	1,3	13	12	2,64	12

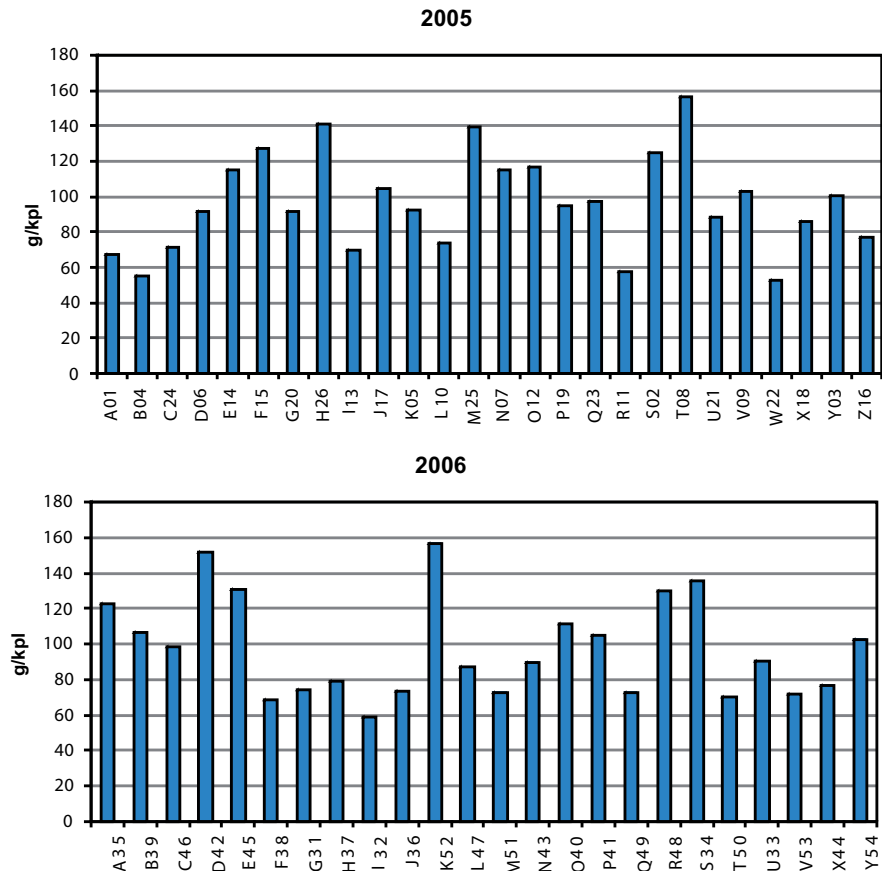
Taulukko 2. Carrotechin tekemät PCR-määrytykset maassa olevasta mustamädän aiheuttajasienen *Mycocentrospora acerinan* määrästä. Asteikko: 0 = ei taudinaiheuttajaa, 1 = hyvin vähän, 2 = kohtalaisesti, 3 = runsaasti taudinaiheuttajaa. Esitetyt luvut ovat kahden rinnakkaisnäytteen keskiarvoja.

2005		2006	
Lohko	<i>M. acerinan</i> määrä	Lohko	<i>M. acerinan</i> määrä
A01	2,5	A35	2,5
B04	2,5	B39	0
F15	1	C46	1,5
H26	3	D42	0
I13	0,25	E45	2
K05	2	F38	0
L10	3	G31	0,5
N07	2,5	H37	3
O12	1,25	I32	0
P19	3	J36	3
Q23	3	K52	0
R11	2	L47	0
T08	3	M51	1
U21	3	N43	2
V09	3	O40	3
X18	2,5	P41	0
Y03	3	Q49	1
Z16	3	R48	0
		S34	2
		T50	1
		U33	0
		V53	0
		X44	0
		Y54	0

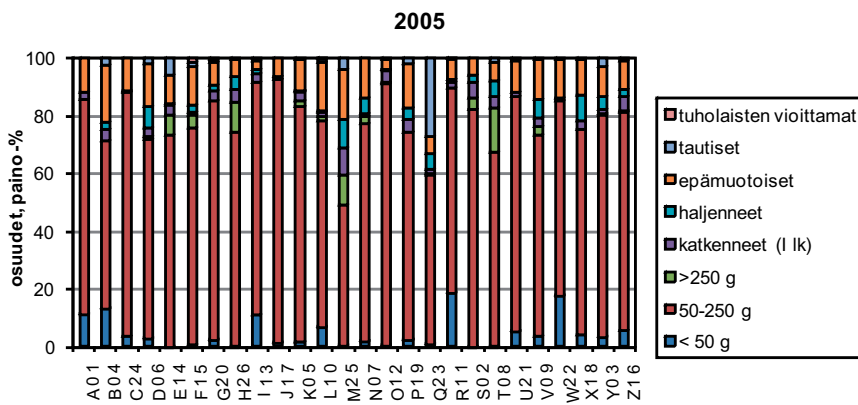
Tutkittavat porkkananäytteet otettiin syksyllä normaaliin porkkanannostoaikaan; tavallisimmin näytteet otettiin normaalin konenoston yhteydessä, heti noston jälkeen, varastolaatikoista. Kunkin tilan nostokäytännöistä riippui, tulivatko mukaan kaikki porkkanat, vai poistettiinko kauppakelvottomia (esim. katkenneet, haljenneet, pienet) noston yhteydessä. Noston jälkeen näytteitä säilytettiin tarvittaessa tilalla tai pakkaamossa enintään viikon ajan, kunnes ne kuljetettiin MTT:lle jatkokäsittelyyn. Kolmannes näyte-erästä –

MTT kasvinsuojelulle toimitettavat porkkanat – säilytettiin jo tilalla noin +10 °C:ssa tai ulkolämpötilassa. Muu osa näyte-erästä säilytettiin varastolämpötilassa, muutamaa astetta yli 0 °C:ssa kunnes näyte toimitettiin MTT puutarhatuotannon porkkanavarastoon.

MTT puutarhantuotannossa näytteiden ulkoinen laatu määritettiin mahdollisimman pian näytteiden saavuttua. Sekä porkkanoiden koko että terveys ja muu ulkoinen laatu vaihteli näyte-erittäin (kuvat 1 ja 2). Tämä on luonnollista, sillä porkkanoiden kylvötiheys ja muut kasvuolosuhteet vaihtelivat riippuen mm. viljelijän käytännöistä, porkkanan tavoitellusta käyttötarkoituksesta, maalajista sekä noston yhteydessä mahdollisesti tehdystä lajittelusta.



Kuva 1. Viljelijöiltä saatujen näyteporkkanoiden keskimääräinen koko 2005 ja 2006. X-akselilla porkkananäytteiden koodit.



Kuva 2. Viljelijöiltä saatujen porkkananäytteiden ulkoinen laatu pian sadonkorjuun jälkeen 2005 ja 2006, jakaumat painoprosenteina.

Satonäytteistä otettiin osanäytteet varastokokeisiin (MTT puutarhatuotanto), kasvitautitesteihin (MTT kasvinsuojelu), pilaajabakteerimäärityksiin (MTT biotekniikka- ja elintarviketutkimus), ihmispatogeenimäärityksiin (Evira) sekä aistittavan laadun määrityksiin (MTT biotekniikka- ja elintarviketutkimus).

Näyteaineisto varastoitettiin MTT puutarhatuotannon (Piikkiö) varastossa, kustakin porkkanaerästä kaksi varastointiaikaa (tammi- ja maaliskuulle saakka), kummassakin varastointiajassa kaksi osanäytettä, kooltaan 8 kg, sijoitettuna muovikangassäkeissä noin kuutiometrin kokoisiin muovilaatikoihin. Varastointikokeeseen pyrittiin ottamaan terveitä, melko tasakokoisia porkkanoita. Varaston tavoitelämpötila oli +0,5 °C.

Varastosta otto tapahtui tammi- ja maaliskuussa, kummallakin kertaa kahdes-
sa osassa, noin 13 porkkanaerää viikkoa kohti. Varastoinnin päätteeksi pork-
kanat lajiteltiin tautisuuden mukaan (taulukot 3 ja 4) ja toimitettiin eteenpäin
muihin analyysiin.

Taulukko 3. Porkkanan varastointitulokset (paino-%), syksyn 2005 sato.
Porkkanat on katsottu "mustamätäisiksi" tai "harmaahomeisiksi", kun niissä
on ollut edes vähäisiä silmin havaittavia taudin oireita.

Lohko	Tammikuu 2006				Maaliskuu 2006			
	Terveet	Musta- mätä	Harmaa home	Muut	Terveet	Musta- mätä	Harmaa home	Muut
A01	86,0	3,5	10,6	0	79,3	19,4	1,3	0
B04	69,2	4,6	25,7	0,5	59,8	36,2	4,0	0
C24	87,3	3,0	8,4	1,2	76,1	12,3	11,6	0
D06	75,2	18,0	0	6,9	66,7	32,6	0,7	0
E14	79,0	7,3	13,7	0	61,9	28,5	5,9	3,8
F15	84,9	9,8	5,3	0	86,4	12,4	1,2	0
G20	53,9	3,4	42,8	0	65,8	15,5	17,6	1,1
H26	89,4	2,0	8,2	0,4	84,9	13,9	1,3	0
I13	92,7	0	7,3	0	80,9	12,8	6,3	0
J17	96,3	2,9	0	0,8	83,5	15,4	1,1	0
K05	63,5	0	36,5	0	66,5	18,8	11,9	2,9
L10	51,2	10,7	38,1	0	28,3	36,4	35,4	0
M25	91,6	4,2	2,6	1,7	100	0	0	0
N07	90,9	4,6	4,6	0	64,4	24,7	11,0	0
O12	90,4	4,8	4,8	0	71,5	25,9	2,5	0
P19	57,7	9,3	33,0	0	33,9	59,9	4,5	1,8
Q23	94,5	1,8	3,6	0	85,8	14,2	0	0
R11	92,2	0	7,8	0	83,2	7,3	9,4	0
S02	81,0	6,0	13,1	0	61,6	38,4	0	0
T08	89,4	4,8	5,7	0	80,2	17,1	2,7	0
U21	55,3	7,6	37,1	0	45,7	54,3	0	0
V09	54,5	8,0	37,5	0	35,2	55,6	7,7	1,5
W22	73,3	5,4	21,4	0	43,9	26,1	30,0	0
X18	98,7	0	1,3	0	98,4	0,4	1,2	0
Y03	23,9	45,4	30,7	0	0	100	0	0
Z16	48,5	12,2	39,4	0	27,2	59,4	13,4	0

Taulukko 4. Porkkanan varastointitulokset (paino-%), syksyn 2006 sato.

Lohko	Tammikuu 2007					Maaliskuu 2007				
	Ter- veet	Musta- mätä	Har- maa- home	Pah- ka- home	Muut	Ter- veet	Mus- tamä- tä	Har- maa- home	Pahka home	Muut
A35	96,2	1,7	0	0	2,1	90,6	7,7	0	0	1,7
B39	94,0	0,4	0	0	5,6	95,4	2,7	1,9	0	0
C46	46,4	49,9	0	0	3,7	44,2	50,1	0	0	5,8
D42	86,1	9,7	0,8	0	3,4	88,9	6,3	0	2,4	2,5
E45	76,0	17,4	0	2,2	4,3	65,3	19,6	0,7	4,6	9,7
F38	93,7	4,4	0	0	1,9	95,9	2,1	0,4	0	1,6
G31	90,1	2,2	0	2,3	5,4	85,1	4,9	0	5,8	4,1
H37	32,5	62,2	0	0	5,3	15,2	72,3	0	1,2	11,3
I32	38,9	29,7	0	8,1	23,4	32,6	16,4	49,3	0	1,7
J36	51,8	40,1	0	2,1	6,0	29,3	15,4	16,1	1,7	37,5
K52	88,0	12,0	0	0	0	96,5	0	0,9	0	2,7
L47	79,3	18,0	2,8	0	0	58,1	17,2	5,7	0	19,0
M51	93,4	4,0	0	0	2,7	94,4	0,4	3,4	0	1,8
N43	85,8	8,8	0	0	5,4	77,3	19,7	0,7	0	2,3
O40	88,5	4,4	0	1,0	6,1	77,5	15,6	3,0	0	3,8
P41	73,0	22,6	3,2	1,1	0	67,9	9,1	0	0	23,0
Q49	86,9	8,1	0	0	5,1	90,0	10,0	0	0	0
R48	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
S34	77,7	13,3	0	0	9,0	78,8	9,9	1,7	0	9,7
T50	78,7	11,1	0	0	10,2	71,2	26,4	0	2,2	0,3
U33	91,1	3,5	0	2,0	3,4	76,6	6,7	0	7,1	9,7
V53	92,1	0,7	1,6	1,0	4,6	99,2	0	0	0	0,8
X44	85,7	13,6	0	0,6	0	82,0	3,5	2,7	3,8	8,1
Y54	94,1	4,2	0	1,0	0,7	91,3	7,9	0	0	0,8

Vähittäiskaupan porkkanat

MTT puutarhatuotanto osti Turun ja Forssan seudun vähittäiskaupoista näytteet pussiporkkanasta kahtena varastokautena (2005–2006 ja 2006–2007), molempina kausina kolmena ajankohtana: syksyllä (marraskuu), talvella (helmikuu) ja keväällä (huhtikuu). Ostot tehtiin yleensä alkuvuodesta. Kullakin näytekerralla ostettiin 15–20 porkkanaerää, suuruudeltaan 6 kg (taulukko 5). Näistä karsittiin tarvittaessa muutama erä pois siten, että mikään kauppa- ketju tai viljelijä ei ollut yliedustettuna. Ostetuista eristä otettiin kunakin näyteajankohtana jatkokäsittelyyn noin 15 erää.

Porkkananäytteiden otanta ei ollut täysin satunnainen, sillä toisaalta pienehkö osa näytteistä on pyritty tarkoituksella ottamaan siten, että tarjolla olevista porkkanoista valittiin kauimmin tiskissä olleita tai muuten muita huonompia. Toisaalta pyrkimys tasalaatuisen ja -ikäisen kuuden kg:n näytteeseen rajasi pois yksittäisiä, pidempään tiskissä olleita porkkanapusseja.

Varastokautena 2005–2006 vähittäiskaupan porkkananäytteistä määritettiin MTT puutarhatuotannossa ulkoinen laatu (taulukot 5 ja 6), minkä jälkeen ne toimitettiin edelleen muille hankkeessa mukana oleville MTT:n yksiköille sekä Eviraan. Varastokautena 2006–2007 näytteet jaettiin heti oston jälkeen kahteen 3 kg:n osaan. Toinen toimitettiin välittömästi mikrobianalyysiin, toisesta määritettiin ulkoinen laatu kuten edellisenä vuonna.

Taustatekijöiden vaikutusta kasvitautioireiden esiintymiseen kaupasta ostetuissa porkkanaerissä testattiin tilastollisesti. Tilastollinen mallinnus tehtiin yleisiä lineaarisia sekamalleja (mixed models) käyttäen. Malleissa huomioitiin aineiston keruutapa ja toistomittausasetelma. Varastointikaudella 2005–2006 ostoajankohdalla (vuodenaika) ja pussin iällä (pakkauspäivästä ostopäivään) oli tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Yhden yksikön kasvu pussin iässä aiheutti 2,1 yksikön kasvun tautioireisten porkkanoiden prosentiosuudessa. Talvella ja keväällä oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kasvitautioireisten porkkanoiden osuus kuin syksyllä. Porkkanoiden myyntivaiheen säilytyslämpötilalla kaupassa ei ollut merkitsevää vaikutusta porkkanoiden tautisuuteen. Varastointikaudella 2006–2007 minkään testatun tekijän vaikutus porkkanoiden tautioireisuuteen ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Aineiston muut analyysit esitetään aihepiiriensä mukaisissa kirjoituksissa tässä raporttjulkaisussa.

Taulukko 5. Vähittäiskaupasta kaudella 2005–2006 ostetut porkkananäytteet: ostopaikan koodi, pussin ikä (pakkauspäivästä ostopäivään), pakkauskoko, säilytys (myyntipisteen lämpötila, v = viileä <14 °C [tavallisimmin HeVi-tiskii], l = lämmin >= 14 °C [tavallisimmin huoneenlämpö]), porkkanoiden keskipaino sekä tautioireiden esiintyminen (muu = katkennut, viherkantainen, tuholaisen voittama yms.).

Näyte- koodi	Ikä vrk	Pakkaus- koko, kg	Säilytys	Keskipaino g/kpl	Oiree- ton, %	Tauti- oire, %	Muu %
SYKSY 2005							
KS01		3	v	79	47	50	3
KS02	11	3	l	91	59	19	22
KS03		1	v	194	43	52	5
KS04		3	l	107	42	44	14
KS05	12	2	l	122	41	37	21
KS06	3	3	l	165	71	7	22
KS07	4	1	v	100	59	27	15
KS08	10	1	v	86	56	19	25
KS09	20	3	v	105	55	38	6
KS10	12	1	v	86	73	12	15
KS11	11	0,5	v	93	71	10	19
KS12	5	3	v	82	80	3	16
KS13	6	1	v	93	45	3	52
KS14		1	l	50	78	20	2
KS15		1	l	54	74	24	2
KS16		3	l	78	82	2	16

jatkuu

Näyte- koodi	Ikä vrk	Pakkaus- koko, kg	Säilytys	Keskipaino g/kpl	Oiree- ton, %	Tauti- oire, %	Muu %
KS17		3	l	99	83	11	6
KS18	4	1	l	83	89	6	5
KS19	18	0,5	l	66	84	0	16
KS20		0,5	l	85	81	16	3
TALVI 2006							
KT01	7	1	l	88	28	64	8
KT02	7	1	v	93	27	63	9
KT03	7	3	v	91	53	28	19
KT04	7	3	l	85	44	54	2
KT05	11	1	v	58	27	70	3
KT06	10	3	v	95	1	99	0
KT07		1	v	95	59	37	4
KT10	13	0,5	v	93	47	52	2
KT12	4	3	v	155	33	47	20
KT14	12	1	l	66	38	48	13
KT15		1	l	69	1	97	2
KT16	6	1	v	121	2	77	21
KT17	10	3	v	81	6	84	9
KT18		1	v	99	56	42	3
KT19	4	1	v	69	73	23	4
KT20		0,5	v	81	61	26	13
KT21		1	v	116	0	95	5
KT22	4	1	v	153	37	55	8
KT23	5	1	v	81	54	21	25
KEVÄT 2006							
KK02	11	0,5	v	64	15	85	0
KK03		1	v	89	43	41	17
KK04		1	v	101	8	79	13
KK05	5	0,5	v	78	65	35	0
KK06	15	1	v	93	26	74	0
KK07	4	1	v	57	52	28	20
KK10	13	0,5		78	12	86	3
KK11	21	2		130	22	78	0
KK13	6	1	v	125	8	69	23
KK14		1	l	103	15	61	24
KK16		1	v	101	0	85	15
KK17	12	1	v	91	57	20	24
KK18		1	v	76	0	100	0
KK21	6	1	v	100	36	58	6
KK25	14	0,5	v	98	17	69	13

Taulukko 6. Vähittäiskaupasta kaudella 2006–2007 ostetut porkkananäytteet. Selitteet taulukossa 5.

Näyte- koodi	Ikä vrk	Pakkaus- koko kg	Säilytys	Keskipaino g/kpl	Oireeton %	Tautioire %	Muu %
SYKSY 2006							
KS31	6	1	v	79	49	44	7
KS32	11	3	l	100	12	8	80
KS33	6	1	l	81	69	19	12
KS34	4	1	l	151	44	51	5
KS35	7-28	1	v	103	73	27	0
KS36	12	1	v	89	67	27	7
KS37	9	1	v	78	69	24	6
KS38	19	2	l	128	55	42	3
KS39	7-10	1	v	89	43	27	30

jatkuu

Näyte- koodi	Ikä vrk	Pakkaus- koko kg	Säilytys	Keskipaino g/kpl	Oireeton %		Tautioire %
KS40		1	v	96	52	41	7
KS41		0,5	v	78	34	41	26
KS42		0,5	l	51	24	71	5
KS43	11	1	l	114	73	10	17
KS44	5-10	1	v	58	44	50	6
KS45	6	0,5	v	80	64	17	19
KS46	6	1	v	68	58	12	30
KS47	11	1	v	92	0	100	0
KS48	1	6	v	143	24	50	26
TALVI 2007							
KT31	12	1	v	56	40	57	3
KT32	7	0,5	v	78	50	40	10
KT33	8	1	l	159	59	41	0
KT34		1	l	86	51	40	9
KT35	7	1	v	108	64	30	6
KT36	4	3	v	87	60	38	2
KT37	6	1	v	75	61	36	2
KT38	11	0,5	v	66	64	30	6
KT39	5	1	v	67	42	26	32
KT40	5	3	v	81	70	22	9
KT41		0,5	v	69	0	98	2
KT42		1	l	49	64	35	2
KT43	6	1	l	98	73	23	3
KT45	6	1	l	103	65	35	0
KT46	5	1	v	132	36	64	0
KT48		10	v	124	59	37	4
KEVÄT 2007							
KK31		1	v	94	24	74	2
KK32		1	v	87	28	69	3
KK34	4	1	l	69	37	43	20
KK35	7	1	v	78	44	56	0
KK36	6	3	v	70	36	57	7
KK37	6-14	1	v	108	28	49	23
KK38	5	1	v	120	77	13	10
KK39	8	0,5	v	71	70	28	3
KK40		1	v	68	64	21	16
KK41		0,5	v	87	15	54	31
KK42		2	l	140	16	76	8
KK43	11	1	l	92	58	31	11
KK44	5	1	v	78	76	24	0
KK45	1	0,5	v	74	49	44	6
KK46	9	1	v	96	46	41	13
KK49		1	v	84	22	63	14
KK50	7	1	v	83	52	48	0

Kirjallisuus

Pat. hak. PCT/GB2003/004712. Assay method for detecting fungal infection of soil or vegetables. Carrotech AS. (Hermansen, A., Klemsdal, S., Naers-tad, R, Wanner, L. & Lund, G.) 13.05.2004. 34 s.

Porkkanan varastokestävyys ja viljelytekijät

Petri Vanhala¹⁾, Marja Kallela¹⁾, Timo Pitkänen²⁾ ja Terhi Suojala-Ahlfors¹⁾

¹⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Palveluyksikkö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Laadukkaan kotimaisen porkkanan saatavuus erityisesti keväällä riippuu siitä, kuinka hyvin porkkana säilyy pilaantumatta varastossa. Tuotantoketjun alkuvaiheessa lukuisat tekijät voivat vaikuttaa varastokestävyuden muodostumiseen. Tutkimushankkeen tässä osiossa selvitettiin viljelytekijöiden vaikutusta porkkanan varastokestävyyteen.

Tutkimuksessa mukana olleet porkkanatilat toimittivat syksyllä 2005 yhteensä 26 lohkolta ja syksyllä 2006 yhteensä 24 lohkolta porkkananäytteet. Näyteaineisto varastoitiin MTT puutarhatuotannon tutkimusvarastossa, kustakin porkkanaerästä oli kaksi varastointiaikaa.

Varastosta otto tapahtui tammi- ja maaliskuussa, jolloin porkkanat lajiteltiin säilyvyyden mukaan terveisiin ja kasvitautien vioittamiin. Porkkanan säilyvyytuloksia verrattiin tiloilta kerättyihin lohkotietoihin ja maanäytteiden ravinneanalyysituloksiin.

Verrattaessa porkkanoiden säilyvyytuloksia viljelytekijöihin näyttäisi siltä, että kalsiumilla ja mahdollisesti muillakin ravinteilla voi olla vaikutusta siihen, miten porkkana kestää taudinaiheuttajia ja sitä kautta porkkanan säilyvyyteen. Oletettavasti hyvä ravinnetilanne vahvistaa porkkanaa ja siten hidastaa kasvitautien etenemistä, varsinkin jos tautipaine lohkolla on muuten saatu pidettyä kohtalaisen alhaisena.

Jatkossa olisi syytä varmistaa hallituissa kenttä- tai astiakokeissa, voidaanko näissä tuloksissa esille nousseiden ravinteiden lisäyksellä todella parantaa porkkanan varastotautien kestävyyttä, ja mikä on riittävä pitoisuus millekin ravinteelle.

Avainsanat: porkkana, vihannekset, varastointi, varastointitappiot, ravinteet

Johdanto

Porkkanan laatu rakentuu vaiheittain alkaen kasvupaikan ja lajikkeen valinnalla. Tuotantoketjun eri vaiheissa on lukuisia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa laatuun ja sen säilymiseen. Tuotantoketjun alkuvaiheissa, porkkanatilalla, tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi lajikevalinta, viljelykierto, maan ravinnettiä, lannoitus ja kastelu, kasvinsuojelu, sadonkorjuun ajoittuminen sekä varasto-olot.

Joidenkin tekijöiden osalta on annettu suosituksia riskien hallitsemiseksi. Esimerkiksi maalevintäisten varastotautien torjumiseksi suositellaan, että porkkanaa viljeltäisiin samalla lohkolla korkeintaan kahtena vuotena peräkkäin, minkä jälkeen tulisi pitää vähintään neljän vuoden tauko (Parikka 2005). Varastotaudeista ainakin mustamädän aiheuttajasieni *Mycocentrospora acerina* voi säilyä pellolla myös joissakin rikkakasveissa.

Terveen solukon rakentamiseksi kasvit tarvitsevat riittävästi keskeisiä ravinteita. Ainakin seuraavat ravinteet näyttäisivät vaikuttavan porkkanan varastokestävyyteen: typpi, kalium, kalsium, magnesium, fosfori ja rikki (Peschke 1994). Siitä, saavatko porkkanat näitä ravinteita riittävästi Suomen maaperä- ja ilmasto-oloissa, on kuitenkin niukasti tietoa.

Tutkimushankkeen tässä osiossa selvitettiin viljelytekijöiden vaikutusta porkkanan varastokestävyyteen. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä porkkananviljelijöiden kanssa varastokausina 2005–06 ja 2006–07.

Aineisto ja menetelmät

Tässä tutkimusosiossa oli mukana 18 porkkanatila Forssan ja Laitilan seuduilta. Porkkanan nosto ajoittui syyskuun lopulta lokakuun lopulle. Tilat toimittivat syksyinä 2005/2006 näytteet yhteensä 26/24 porkkanalohkolta.

Tiloilta kerätyt porkkanan satonäytteet lajiteltiin koon ja erilaisten vioitusten mukaan, ja terveistä porkkanoista otettiin osanäytteet varastokokeisiin. Näyteaineisto varastoitiin MTT puutarhatuotannon (Piikkiö) varastossa, kustakin porkkanaerästä kaksi varastointiaikaa (tammi- ja maaliskuulle saakka), kummassakin varastointiajassa kaksi osanäytettä, kooltaan 8 kg. Varastosta otto tapahtui tammi- ja maaliskuussa, kummallakin kertaa kahdessa osassa, noin 13 porkkanaerää viikkoa kohti. Varastoinnin päätteeksi porkkanat lajiteltiin säilyvyyden mukaan täysin terveisiin ja eri tavoin kasvitautioireellisiin. Jälkimmäisiin ryhmiin päätyivät kaikki porkkanat, joissa oli pieniäkin havaittavia taudin oireita.

Porkkananäytteiden säilyvyystuloksia verrattiin tiloilta kerättyihin lohkotietoihin (mm. viljelyhistoria) ja maanäytteistä tehtyjen ravinneanalyysien tuloksiin. Eri tekijöiden avulla pyrittiin selittämään havaittua säilyvyystulosta. Porkkana-aineisto sekä lohkojen maa-analyysitulokset on tarkemmin kuvattu tämän raporttijulkaisun artikkelissa ”Varastotestien ja vähittäiskaupan porkkana-aineisto”.

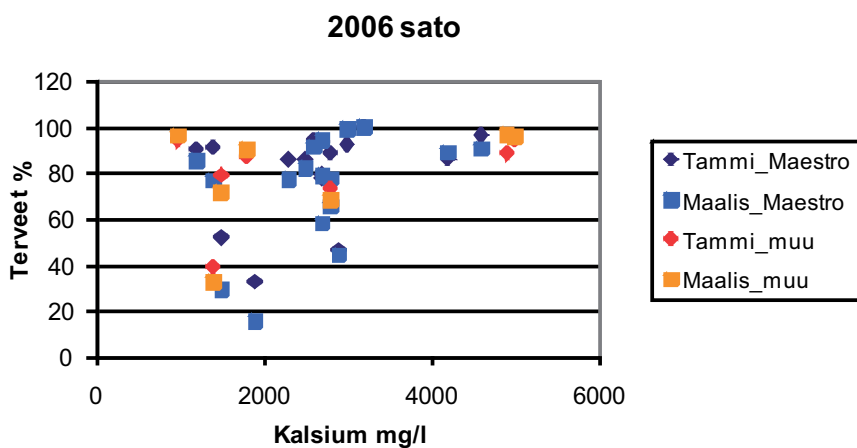
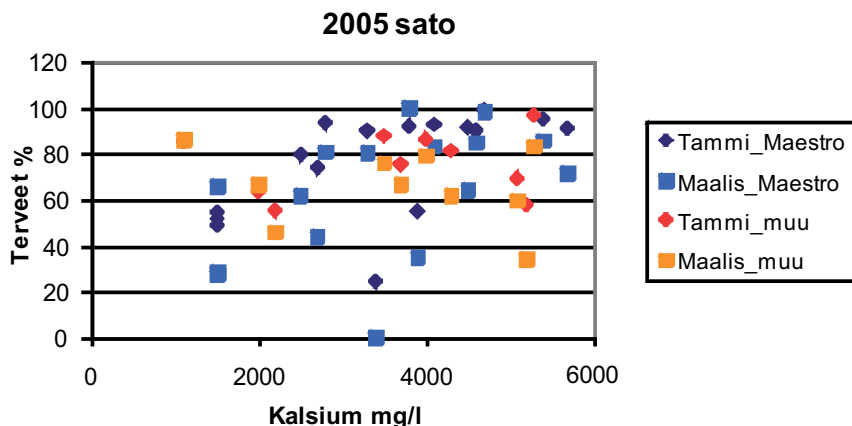
Tilastolliset analyysit

Selittäjien yhteyttä terveiden porkkanoiden osuuteen tarkasteltiin yleisiä lineaarisia sekamalleja käyttäen. Mallissa huomioitiin aineiston keruutapa ja toistomittausasetelma. Varastointikaudet analysoitiin erikseen. Selittäjinä olivat alue (Forssa, Laitila), varastonäytteen ottoajankohta (talvi, kevät), lajike (Maestro, muut), maalaji (kivennäismaat, muut) sekä ravinne määritysten mittaukset. Samalta kasvulohkolta peräisin olleiden porkkanoiden eri ajankohtien mittausten välistä riippuvuutta kuvaamaan käytettiin compound symmetry (CS) –kovarianssirakennetta. Aluksi mallissa olivat alueen ja mitausajankohdan päävaikutukset ja niiden yhdysvaikutukset. Tähän malliin lisättiin lajikkeen, maalajin ja viljelykierron (vuosia porkkanasta) pää- ja yhdysvaikutuksia ja tilastollisesti merkitsevät vaikutukset jätettiin. Nämä selittäjät olivat kategorisia (luokittelevia). Tämän jälkeen malliin lisättiin yksitellen jatkuvia selittäjiä ja niiden yhdysvaikutuksia malliin jääneiden selittäjien kanssa. Tilastolliset mallit sovitettiin SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

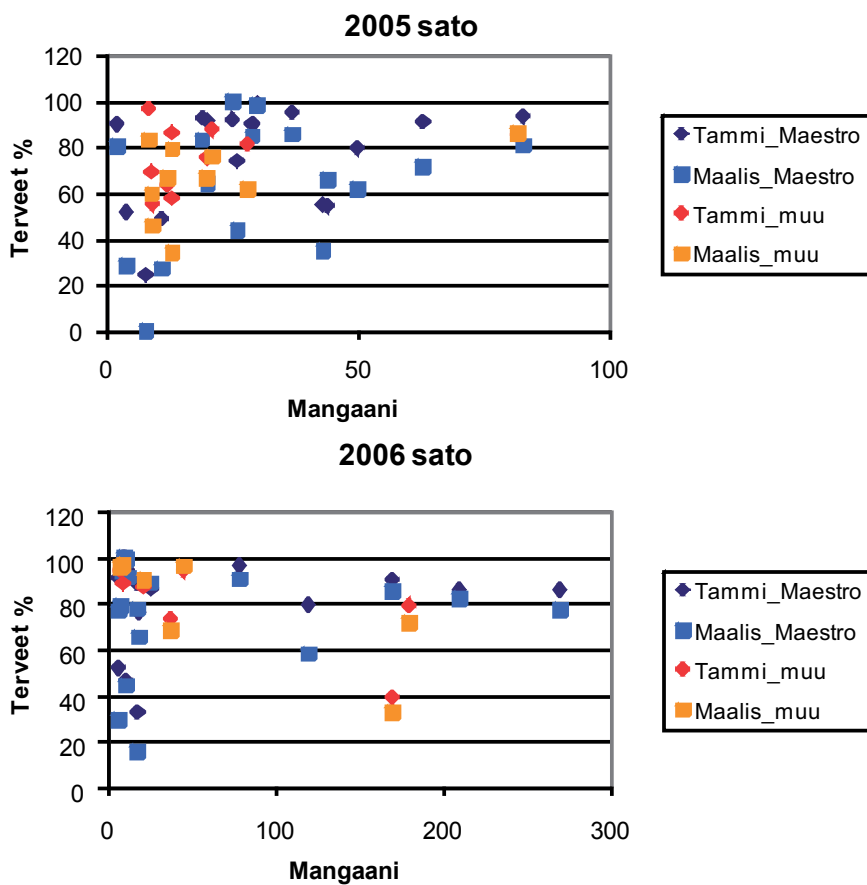
Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tilastollisten testien perusteella eri tekijöiden merkitys vaihteli vuodesta toiseen. Vuonna 2005 maan korkeampi kalsiumtaso näytti parantavan porkkanan varastokestävyyttä tilastollisesti merkitsevästi (kuva 1). Forssan seudun näytteissä myös maan mangaanilla (kuva 2) näytti olevan positiivinen vaikutus porkkanan säilyvyyteen, mutta Laitilan porkkananäytteiden säilyvyyteen mangaani ei vaikuttanut. Tammikuun varastostaotossa oli enemmän terveitä porkkanoita kuin maaliskuun varastostaotossa (taulukko 1). Rovaruiskutettujen lohkojen (pääosin Laitilan seudulla) porkkanat säilyivät terveempinä kuin ruiskuttamattomat.

Vuonna 2006 tilastollisesti merkitseviä tekijöitä löytyi vähemmän kuin edellisellä vuonna. Merkitseviä olivat lähinnä varastosta oton ajankohta sekä lajike, siten että maaliskuun mittauksissa muut lajikkeet olivat hieman terveempiä kuin Maestro (taulukko 2). Tautiruiskutuksella ei näyttänyt olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta vuonna 2006. Edellisestä porkkanavuodesta kulunut aika (viljelykierto) ei noussut tilastollisesti merkitseväksi tekijäksi.



Kuva 1. Viljelymaan kalsiumpitoisuus sekä terveiden porkkanoiden osuus varastossa tammi- ja maaliskuussa 2006 (vuoden 2005 sato) ja 2007 (vuoden 2006 sato), Maestro vs. muut lajikkeet. Näytelohkojen määrät lajikeittain: Maestro 16 näytettä vuonna 2005, 17 näytettä vuonna 2006; muut lajikkeet 10 näytettä vuonna 2005 (Nerac 5 näytettä, Nelix 2 näytettä, Nanda, Nottingham ja Panther 1 näyte kutakin), 7 näytettä vuonna 2006 (Nerac 3 näytettä, Nanda, Navarino, Nottingham ja Panther 1 näyte kutakin).



Kuva 2. Viljelymaan mangaanipitoisuus sekä terveiden porkkanoiden osuus varastossa tammi- ja maaliskuussa 2006 (vuoden 2005 sato) ja 2007 (vuoden 2006 sato), Maestro vs. muut lajikkeet.

Taulukko 1. Porkkanan säilyvyys ja eräät viljelytekijät, vuoden 2005 sato. Tulokset järjestetty tammikuun 2006 varastostaoton mukaan terveimmistä sairaimpaan. Mikäli kasvitautien torjuntaruiskutusta on lohkolla käytetty, se on tehty pääasiassa Rovral-valmisteella. Mikäli lohkolla on viljelty porkkanaa myös edellisenä vuonna, on sarakkeessa "porkkanasta vuosia" luku 1; mikäli lohkolla on edellisen kerran ollut porkkanaa kaksi vuotta aiemmin, on sarakkeessa luku 2 jne.

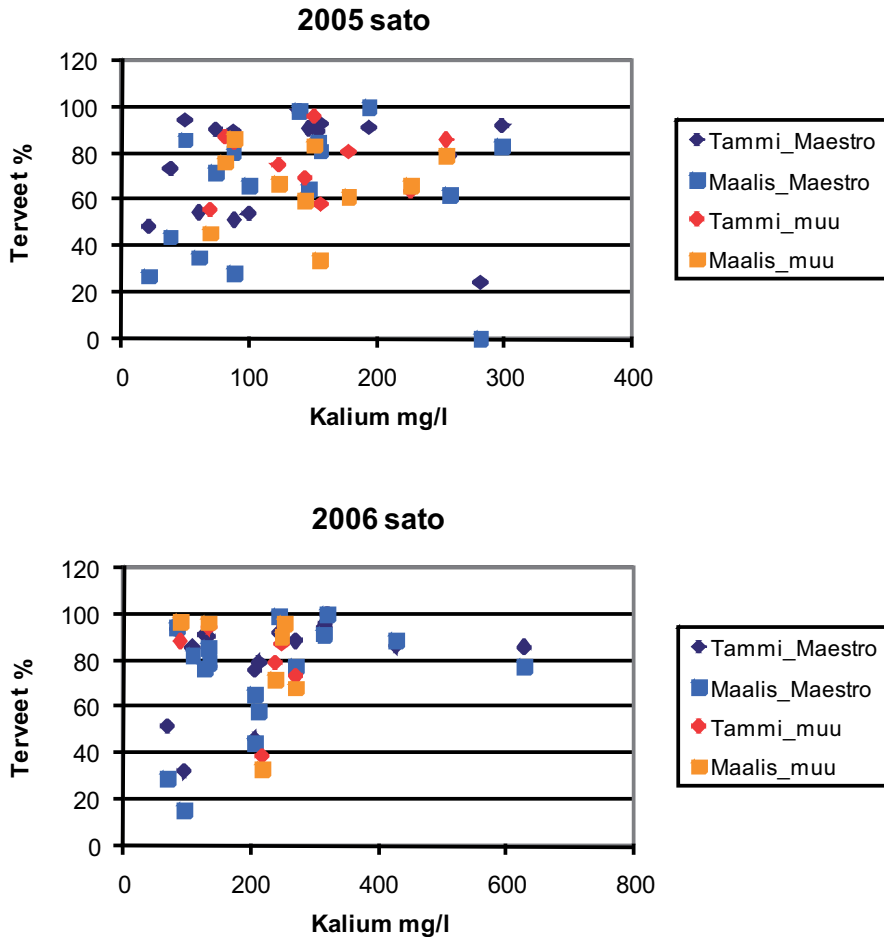
2005						
Tammikuu		Maaliskuu				
Koodi	Terveet %	Terveet %	Lajike	Maalaji	Porkkanasta vuosia	Tautiruis-kutus
X18	99	98	Maestro	Mt	3	on
J17	96	84	muu	Mm	1	on
Q23	95	86	Maestro	LCt	5	on
I13	93	81	Maestro	Mm	>5	ei
M25	92	100	Maestro	sMm	>4	ei
R11	92	83	Maestro	Mm	1	on
N07	91	64	Maestro	Mm	>5	ei
O12	90	72	Maestro	LCt	5	ei
H26	89	85	Maestro	Mm	1	on
T08	89	80	Maestro	HtMr	>4	on
C24	87	76	muu	Mm	>5	on
A01	86	79	muu	LjS	1	ei
F15	85	86	muu	HHt	>5	ei
S02	81	62	muu	Mm	1	on
E14	79	62	Maestro	Ct	3	ei
D06	75	67	muu	Mm	3	ei
W22	73	44	Maestro	LCt	1	ei
B04	69	60	muu	Mm	>5	ei
K05	64	66	muu	He	>5	on
P19	58	34	muu	Mm	>5	ei
U21	55	46	muu	Hs	2	ei
G20	54	66	Maestro	Mm	>5	on
V09	54	35	Maestro	LCt	>4	ei
L10	51	28	Maestro	KHt	4	ei
Z16	48	27	Maestro	KHt	1	ei
Y03	24	0	Maestro	Mm	1	ei

Taulukko 2. Porkkanan säilyvyys ja eräät viljelytekijät, vuoden 2006 sato. Tulokset järjestetty tammikuun 2007 varastostaoton mukaan terveimmistä sairaimpaan.

2006 Koodi	Tammikuu Terveet %	Maaliskuu Terveet %	Lajike	Maalaji	Porkka- nasta vuosia	Tautiruis- kutus
R48	100	100	Maestro	HeS	>5	ei
A35	96	91	Maestro	Mm	1	on
B39	94	95	muu	sMm	>5	ei
F38	94	96	muu	HHt	>5	ei
Y54	94	91	Maestro	HsS	>5	ei
M51	93	94	Maestro	He	2	ei
V53	92	99	Maestro	HtMr	>5	on
U33	91	77	Maestro	KHt	>2	ei
G31	90	85	Maestro	HtMr	1	ei
K52	88	96	muu	sMm	>4	on
O40	88	78	Maestro	sMm	>2	ei
Q49	87	90	muu	HeS	1	ei
D42	86	89	Maestro	HtS	5	ei
N43	86	77	Maestro	Mm	1	ei
X44	86	82	Maestro	sMm	>5	on
L47	79	58	Maestro	Ct	>5	ei
T50	79	71	muu	Ct	5	ei
S34	78	79	Maestro	sMm	1	on
E45	76	65	Maestro	HeS	3	ei
P41	73	68	muu	Mm	>2	ei
J36	52	29	Maestro	KHt	3	ei
C46	46	44	Maestro	HeS	>5	on
I32	39	33	muu	KHt	>1	ei
H37	32	15	Maestro	KHt	3	ei

Carrotech AS:n PCR-testitulokset mustamädän aiheuttajasta maassa on esitetty tämän julkaisun artikkelissa "Varastotestien ja vähittäiskaupan porkkana-aineisto". Näitä testejä ei tehty kaikilta lohkoilta, eikä niitä testattu tilastollisesti. Näyttää kuitenkin siltä, että vuonna 2005 aiheuttajasienen vähäinen määrä maassa edisti porkkanan hyvää säilymistä varastossa. Tuolloin maanäytteet otettiin porkkanan noston yhteydessä. Vuonna 2006 testatut maanäytteet otettiin aiemmin kasvukaudella ja niistä löydettiin vähemmän tau-

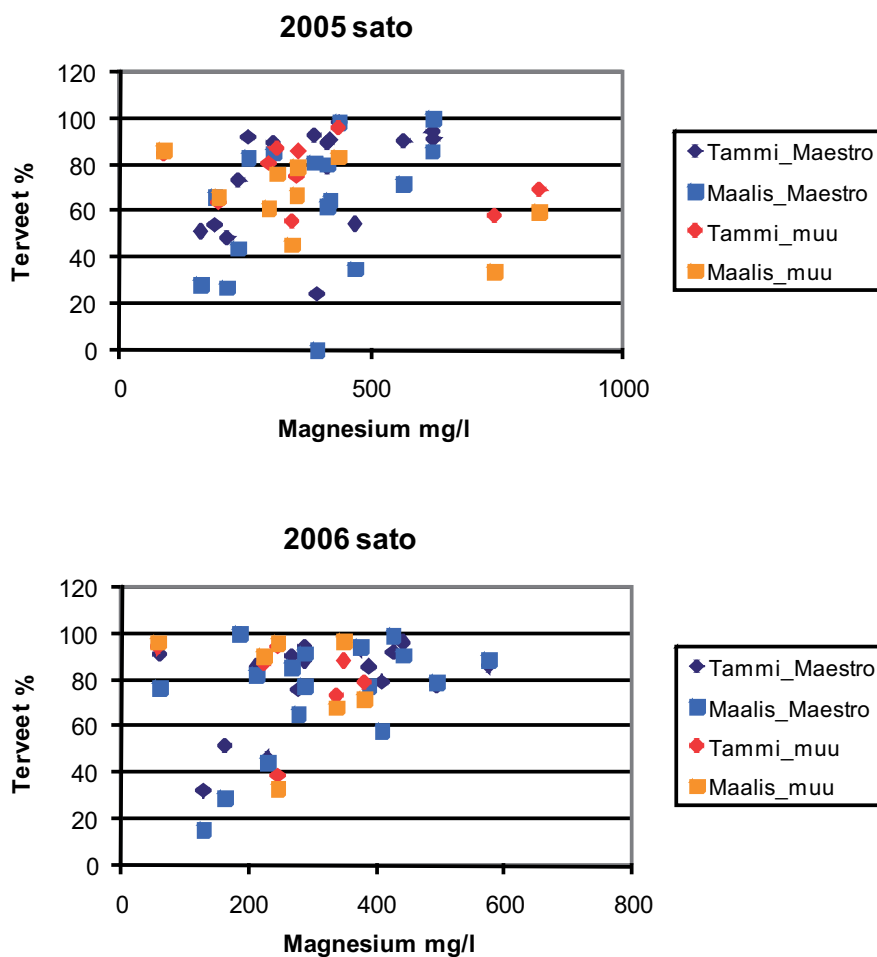
dinaiheuttajia. Jälkimmäisenä tutkimusvuonna tammikuun varastosta otossa porkkanan terveyden ja todetun taudinaiheuttajamäärän välinen vastaavuus oli huono, mutta maaliskuun varastosta otossa taudinaiheuttajan testitulos ennakoii jo paremmin porkkanan varastokestävyyttä.



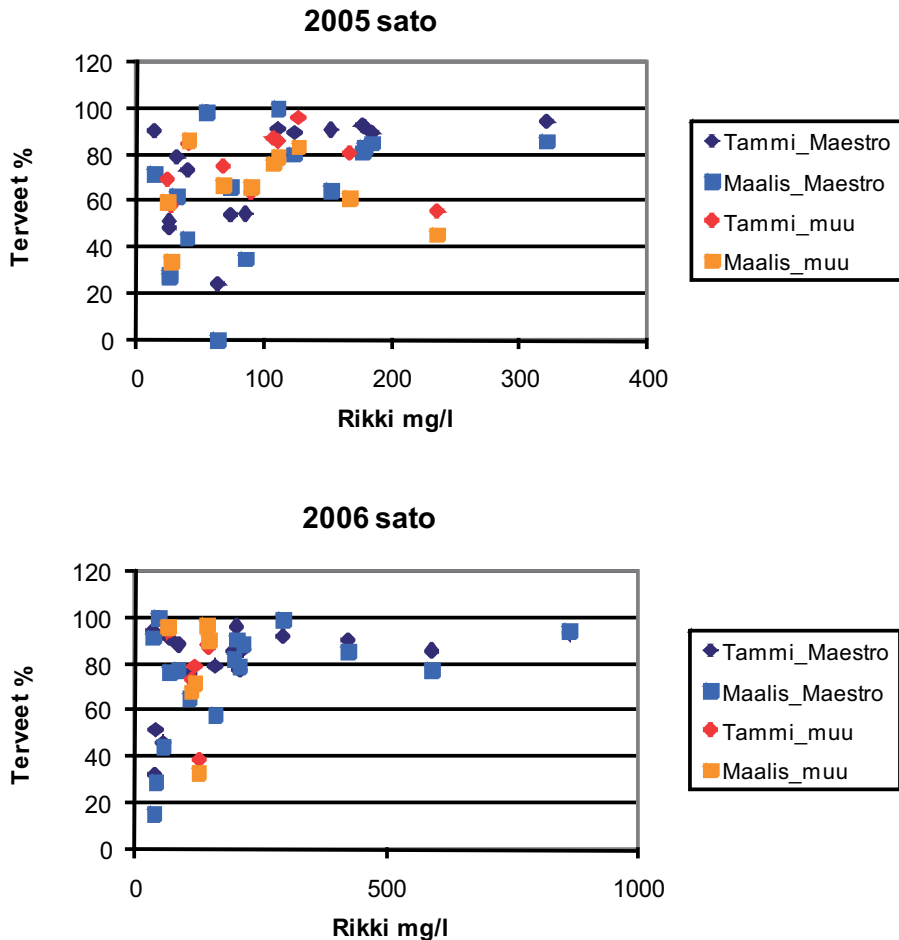
Kuva 3. Viljelymaan kaliumpitoisuus sekä terveiden porkkanoiden osuus varastossa tammi- ja maaliskuussa 2006 (vuoden 2005 sato) ja 2007 (vuoden 2006 sato), Maestro vs. muut lajikkeet.

Kaiken kaikkiaan vain harvojen tekijöiden vaikutus osoittautui tilastollisesti merkitseväksi, ja nekin vain jompanakumpana tutkimusvuonna. Tämä selittyy paljolti tutkimusasetelmalla, jossa eri tekijät ja niiden tasot eivät olleet

perinteisen kenttäkokeen tapaan tarkoin ennalta hallittuja. Tästä johtuen joidenkin tekijöiden vaikutus saattoi peittyä toisten tekijöiden alle. Esimerkiksi ravinteista kalsiumin ja mangaanin vaikutus oli 2005 tilastollisesti merkitsevä, mutta näiden lisäksi myös riittävä kaliumin, magnesiumin ja rikin saanti saattaisi tulosten perusteella parantaa porkkanan kykyä kestää varastotauteja ja tätä parantaa porkkanan säilyvyyttä (kuvat 3–5).



Kuva 4. Viljelymaan magnesiumipitoisuus sekä terveiden porkkanoiden osuus varastossa tammi- ja maaliskuussa 2006 (vuoden 2005 sato) ja 2007 (vuoden 2006 sato), Maestro vs. muut lajikkeet.



Kuva 5. Viljelymaan rikkipitoisuus sekä terveiden porkkanoiden osuus varastossa tammi- ja maaliskuussa 2006 (vuoden 2005 sato) ja 2007 (vuoden 2006 sato), Maestro vs. muut lajikkeet.

Ravinteista oloissamme kenties merkittävimäksi osoittautuneella kalsiumilla on tärkeä tehtävä solunseinien rakenteen vahvistamisessa, mutta myös solukalvojen stabiloimisessa. Tammela (1997) toteaa kirjallisuuskatsauksessaan, että kalsiumin puutos aiheuttaa mm. solujen membraanirakenteiden hajoamista. Tämän seurauksena solukalvo vuotaa ja solut vanhenevat nopeammin. Jos kalsiumin säätelemä hiilihydraattikuljetus häiriytyy, hiilihydraatit pääsevät vuotamaan solukon pinnalle ja muodostavat kasvualustan (pilaa- ja)mikrobeille (Kent & Läuchli 1985, ref. Tammela 1997). Tämä hiilihyd-

raattivuoto selittäisi ainakin osittain niukassa kalsiumissa kasvaneiden porkkanoiden huonomman säilymisen.

Olisi loogista, että kalsiumin ja muiden säilyvyyden kannalta tärkeiden ravinteiden riittävä saanti vahvistaa porkkanaa ja siten hidastaa kasvitautilien etenemistä, varsinkin jos tautipaine lohkolla on muuten saatu pidettyä kohtalaisen alhaisena.

Maalajilla ei näyttänyt olevan vaikutusta porkkanan säilyvyyteen, ainakaan testatulla kivennäismaat vs. muut –asetelmalla. Kuitenkin näyttäisi mahdolliselta, että karkeilla kivennäismailla kasvaneiden porkkanoiden säilyminen voisi ainakin joinakin kesinä olla huonompaa kuin muilla maalajeilla kasvanneiden porkkanoiden. Varsinkin syksyn 2006 huonoimmin säilyneistä eristä pääosa oli viljelty karkealla hiedalla.

Kasvitautilien kemiallinen torjunta näytti parantavan porkkanan varastokestävyyttä ensimmäisenä tutkimusvuonna, mutta ei toisena tutkimusvuonna. Myös viljelijät suhtautuvat varovaisesti fungisidiruiskutusten mahdolliseen hyötyyn varastotautien ehkäisyssä. Torjuntatehon ei yleensä katsota olevan kovin hyvä, joten fungisideja käytetään ensisijaisesti kasvukauden aikaisten porkkanan tautien torjuntaan. Tulokset antoivat kuitenkin viitteitä siitä, että ruiskutukset saattoivat parantaa porkkanan varastokestävyyttä yhtenä tutkimusvuonna.

Viljelykierto, jota yleensä suositellaan maalevintäisten kasvitautilien hallintaan, ei tässä tutkimuksessa noussut merkitseväksi tekijäksi, vaan peittyi muiden vaikuttavien tekijöiden alle. Hyvän viljelykierron edullinen vaikutus porkkanan varastokestävyyteen on kuitenkin osoitettu aiemmissa tutkimuksissa. Suojalan ja Pessalan (1998) tutkimuksessa huono viljelykierto kaksinkertaisti varastotappiot: jos lohkolla ei ollut viljelty porkkanaa neljän edeltävän vuoden aikana, olivat varastotappiot keskimäärin 24 %, mutta 49 %, jos porkkanaa oli edellisinä vuosina viljelty samalla lohkolla (Suojala & Pessala 1998).

Ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi

Tutkimus nosti esiin useita tekijöitä, joihin kannattaa kiinnittää huomiota niin porkkanaa viljeltäessä kuin tulevia tutkimuksia suunniteltaessa. Yksi näistä on maan ravinnetilan vaikutus porkkanan varastokestävyyteen.

Ravinteiden osalta olisi syytä jatkossa selvittää hallituissa kenttä- tai astiakoikeissa, voidaanko näissä tuloksissa esille nousseiden ravinteiden lisäksi todella parantaa porkkanan varastotautien kestävyttä, ja mikä on riittävä pitoisuus millekin ravinteelle. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida antaa varmoja kynnyksarvoja tarvittaville ravinnepitoisuuksille, mutta jatkotutkimuksia ajatellen ne saattaisivat olla suunnilleen seuraavissa suuruusluokissa:

kalsium noin 2000 tai 3000 mg/litra, mangaani noin 20 tai enemmän, kalium noin 120–230 mg/l, magnesium noin 250–500 mg/l ja rikki noin 100–130 mg/l. Joka tapauksessa näyttää todennäköiseltä, että maan heikko ravinnetila heikentää siinä kasvavan porkkanan varastokestävyyttä, mikä kannattaa myös käytännön viljelyssä ottaa huomioon.

Kirjallisuus

- Kent, L.M. & Läuchli, A. 1985. Germination and seedling growth of cotton: salinity-calcium interactions. *Plant Cell Environment* 8: 155–159.
- Parikka, P. 2005. Porkkana, selleri, tilli ja muut sarjakukkaiset. Kasvitaudit. Teoksessa: Mäki-Valkama, T. (toim.). Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 100. Hämeenlinna: Kasvinsuojeluseura. s. 150–153.
- Peschke, J. 1994. Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota* L.) im Nacherntestadium unter dem Einfluß von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung. Giessen: Fischer-Löw. 161 s. Academic dissertation. ISBN 3-929465-05-1.
- Suojala, T. & Pessala, R. 1998. Viljelytoimien vaikutus varastoitavan porkkanan, sipulin ja keräkaalin satoon jalaatuun. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 34. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 117 s. + 5 liitettä.
- Tammela, P. 1997. Kalsiumin merkitys kasveille. Pro gradu. Helsingin yliopisto, farmasian laitos. 86 s. + 67 liitesivua.

Porkkanan taudit

Päivi Parikka

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Varastotaudit pilaavat porkkanasatoa talvikauden aikana ja aiheuttavat viljelijöille tappioita sadon kauppakunnostuksessa. Kaupan olevat juurekset voivat pilaantua myös vielä myyntipaikalla, ja pestyissä porkkanoissa tautilaikut näkyvät helposti. Taudit tulevat porkkanaan kasvupaikalta ja siksi niiden esiintymistä voidaan ennakoida varastotestillä. Norjalaisten tutkijoiden kehittämää testiä on käytetty jo aikaisemmin, ja sieltä on myös tilattavissa molekyylibiologinen maatesti.

Tautien, lähinnä maassa pitkään säilyvän porkkanan mustamädän pyydystämistä maanäytteistä ei ole meillä ennen tutkittu. Menetelmänä kokeiltiin yksinkertaista ja viljelijöidenkin käyttöön sopivaa testausta porkkananpaloilla. Testituloksen avulla voidaan arvioida varastotappioiden riskiä viljeltäessä porkkanaa lohkolla. Porkkanamaan tautitilanteen tunteminen auttaa viljelijää suunnittelemaan viljelytoimenpiteitä ja sadon markkinointia.

Avainsanat: varastointi, porkkana, vihannekset, varastotaudit, hävikki, määrittely, analyysi, maa

Johdanto

Porkkanan varastotaudit aiheuttavat vuosittain merkittävästi varastoidun sadon pilaantumista ja kauppalaadun heikkenemistä. Porkkana saa varastotautitartunnan nostossa kasvukaudella tai nostossa. Varastointikauden alussa juuresten kestävyys on hyvä, eivätkä taudit juuri aiheuta niissä oireita.

Porkkanan varastotautien runsautta ja niiden aiheuttamaa satotappiota voidaan ennakoida noston jälkeen tehtävällä varastotestillä. Norjalaisten tutkijoiden kehittämää testiä on käytetty jo aikaisemmin, sieltä on myös tilattavissa molekyylibiologinen maatesti. Sato kannattaa markkinoida aikaisin, jos testi osoittaa tärkeimmän pilaajan, mustamädän vioittavan juureksia.

Porkkanan mustamätä (*Mycocentrospora acerina*) on tärkein varastotaudin aiheuttaja yli vuodenvaihteen säilytettävässä porkkanasadossa. Mustat viirumaiset laikut ovat mustamädän ensioire, jota näkee usein kaupan olevissa, pestyissä porkkanoissakin. Varastokaudella laikut kasvavat ja pilaavat suuria alueita juuresta. Taudin aiheuttaja säilyy maassa kestoasteina ilman isäntäkasviakin, mutta se voi tartuttaa myös rikkakasveja. Mustamätää voi siksi esiintyä myös maissa, joissa ei ole aikaisemmin viljelty porkkanaa. Viljelykierto on tärkeä taudin hallinnassa. Juureksissa on mustamädän kehitystä ehkäiseviä aineita, jotka kuitenkin vähenevät varastointikauden edetessä. Samalla taudinalttius kasvaa, mikä näkyy vuodenvaihteen jälkeen tautioireiden nopeana lisääntymisenä.

Nopeimmin porkkanaa varastossa pilaa pahkahome (*Sclerotinia sclerotiorum*), jonka tuho näkyy jo syksyllä. Tartunnan saaneet juurekset pehmenevät ja muuttuvat vetiseksi massaksi. Pahkahomeen valkoinen rihmasto ja pyöreähköt pahkat kehittyvät pilaantuneiden juuresten pintaan. Toinen pahkoja muodostava pilaaja, harmaahome (*Botrytis cinerea*), mädättää juureksia hitaammin, alkaen usein juuren kärjestä. Pahkahomeen isäntäkasvien, kuten rypsin viljely ennen porkkanaa voi aiheuttaa sadon nopean pilaantumisen jo syystalven aikana. Porkkanan varastotaudit aiheuttavat vuosittain merkittävästi varastoidun sadon pilaantumista ja kauppalaadun heikkenemistä.

Aineisto ja menetelmät

Varastotestiin porkkanat otettiin suoraan nostosta ennen varastoon vientiä. Porkkanan varastokestävyys ennakoitua varten juureksia säilytetään +10 °C lämmössä kuuden viikon ajan noston jälkeen. Muovisiin säilytyspusseihin pakattiin 50 vioittumatonta porkkanaa/pussi. Pusseihin oli tehty reikiä liian kosteuden poistamiseksi. Testin päätteeksi juureksista tarkastetaan tautivioitukset, erityisesti mustamädän esiintyminen. Porkkanat pestiin juuresharjalla

maa-ainesten ja juurten poistamiseksi. Juureksista arvioitiin mustamädän, harmaahomeen ja pahkahomeen vioitusaste asteikolla 0-5.

Asteikolla 0= ei vioitusta, 1= hyvin vähän pieniä alkavia laikkuja, 2=vähän laikkuja, 3= useita painuneita laikkuja, 4= suuria laikkuja, 5=pääosin pilaantunut. Tautisuuden lasku tehtiin kaavalla

$$\frac{1 \times n + 2 \times n + 3 \times n + 4 \times n + 5 \times n}{N}$$

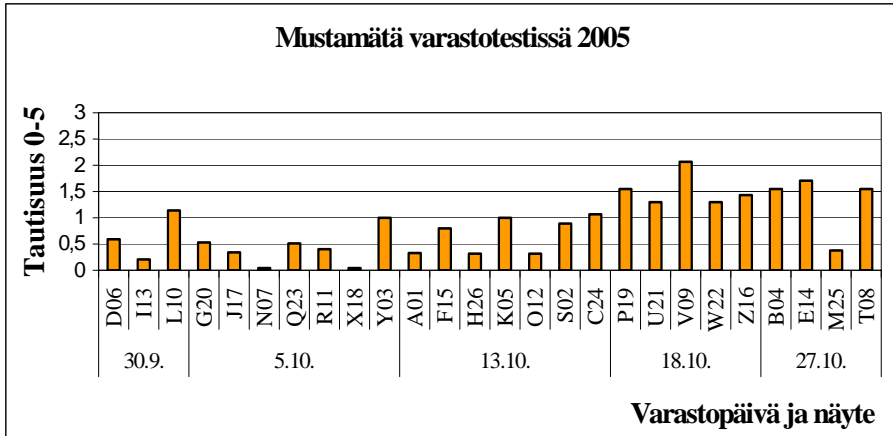
Vioituksista otettiin näytteitä, joita kasvatettiin perunadekstroosialustalla (PDA) taudinaiheuttajien määrittämiseksi.

Varastoitavien porkkanoiden viljelylohkojen maista tutkittiin mustamädän esiintymistä pyydystämällä porkkanakiekoilla. Testattavaa maata asetettiin 15 cm petrimaljalle noin 1 cm kerros ja kostutettiin. Maan pinnalle asetettiin kuoritusta porkkanasta leikattuja kiekkoja ja malja peitettiin kannella. Testimaljoja säilytettiin pimeässä +15 asteessa 6 viikkoa, jonka jälkeen tarkastettiin kehittyneet oireet. Taudin esiintyminen on kokeissa varmistettu vielä laboratoriokasvatuksella porkkanakiekoista.

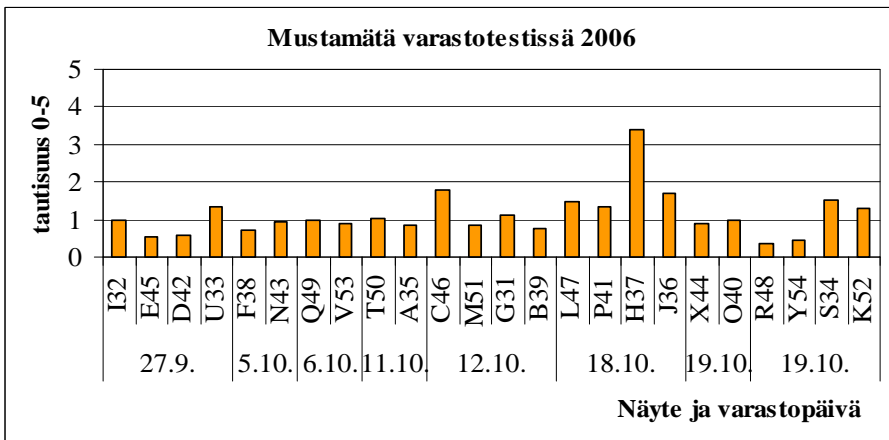
Vähittäiskaupan pakatuista porkkanoista määritettiin tautivioituksia samalla asteikolla kuin varastotestin juureksistakin ja taudinaiheuttajien esiintyminen varmistettiin laboratoriokasvatuksin. Maassa säilyvän ja pakattua porkkanaa pilaavan *Chalaropsis thielavioides*-sienen esiintymistä selvitettiin pakkaamalla 2 cm pituisia porkkananpaloja muovipusseihin ja säilyttämällä pusseja jääkaapissa (+7 °C) 2 kuukauden ajan.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

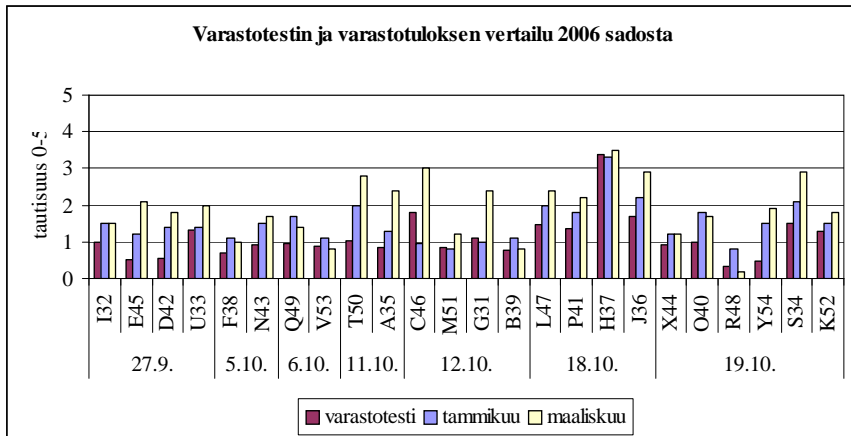
Vuoden 2005 sadossa oli merkittävästi mustamätätartuntaa ja sadosta tehty varastotesti (kuva 1) ennakoiti melko hyvin pilaantumista. Mustamätää oli runsaasti testin jälkeen tehdyissä arvioissa. Kuitenkin jotkut parhaan testituloksen saaneista eristä säilyivät hyvin loppukeväähän asti. Vuoden 2006 kasvukausi oli varsin erilainen kuin edeltäjänsä. Silti mustamätää oli jälleen runsaasti ja testien perusteella sato ei ollut hyvin säilyvää (kuvat 2-4).



Kuva 1. Mustamädän esiintyminen porkkanan varastotestissä, vuoden 2005 sato jaoteltuna varastointipäivän mukaan. Tautisuus arvioitu 6 viikon testin jälkeen. Asteikko: 0 = ei tautia havaittu, 1 = pieniä tautilaikkuja, 3 = melko suuria laikkuja, 5 = pilaantunut porkkana.



Kuva 2. Mustamädän esiintyminen porkkanan varastotestissä, vuoden 2006 sato jaoteltuna varastointipäivän mukaan. Tautisuus arvioitu pestyistä juureksista 6 viikon testin jälkeen silmävaraisesti havaittujen laikkujen mukaan. Asteikko: 0 = ei tautia havaittu, 1 = pieniä tauti-laikkuja, 3 = melko suuria laikkuja, 5 = pilaantunut porkkana.



Kuva 3. Varastotestin osoittaman mustamätäisyyden ja tammikuuhan tai maaliskuuhun normaalisti varastoidun porkkanan tautisuuden vertailu. Mustamädän määrä arvioitu pestyistä juureksista esiintyneiden laikkujen perusteella asteikolla 0 = ei tautia havaittu, 1 = pieniä tautilaikkuja, 3 = melko suuria laikkuja, 5 = pilaantunut porkkana.



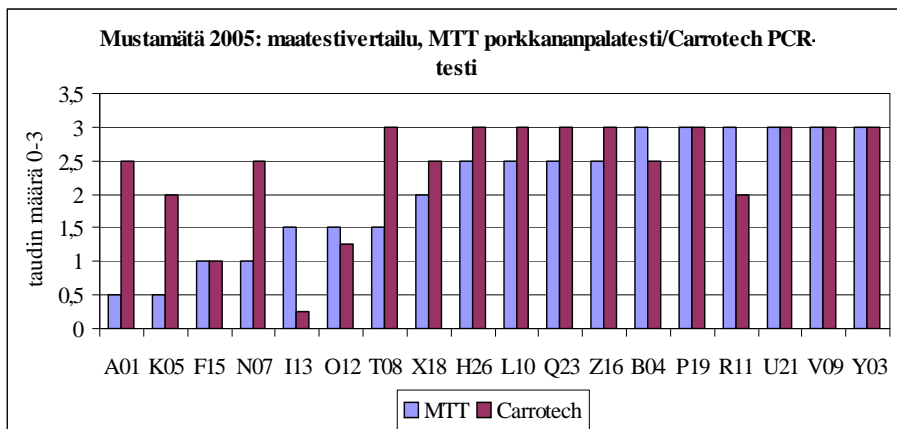
Kuva 4. Heikosti säilyvä porkkana erottui selvästi kuuden viikon varastotestin jälkeen. (Kuva: Päivi Parikka)

Maatesti (kuva 5) ja varastotesti ovat antaneet usein varsin samansuuntaisia tuloksia mustamädän runsaudesta. Erityisesti nostettaessa porkkana myöhään testitulokset ennakoivat hyvin säilyvyyttä. Toisaalta aikaisissa nostoissa mustamätä ei ole näkynyt testissä niin runsaana, kuin maatesti olisi antanut olettaa. Myöhäisissä nostoissa taas vähäisempikin tautimäärä riittää aiheuttamaan selvän pilaantumisriskin.



Kuva 5. Maatestissä porkkananpalat mustuvat 6 viikon testiaikana, jos maassa on mustamätää. (Kuva: Päivi Parikka)

Joitakin maanäytteitä on lähetetty myös Norjaan testattavaksi. Porkkanakiekoilla tehdyn ja PCR-testin tulokset olivat osin samansuuntaisia, mutta erojaakin löytyi. Vuonna 2006 mustamätää oli vähemmän maanäytteissä kuin 2005. Todennäköisesti syynä oli kuiva kasvukausi, joka oli estänyt lisääntymistä. Osassa näytteistä porkkananpaloilla tehty testi ja DNA-testi ovat antaneet saman tuloksen. Kuitenkin testien yhteensopivuus oli parempi 2005 (kuva 6) kuin 2006 maanäytteissä. Vuonna 2006 muita pilaajia oli ehkä runsaammin. Sadosta määritetyn ja maasta määritetyn mustamädän määrät eivät välttämättä ole vertailukelpoisia.



Kuva 6. Maatestin ja Norjassa teetetyn PCR-testin porkkanan tautimääriä verrattiin samoista maanäytteistä 2005 ja 2006. Tulokset olivat parhaiten vertailukelpoisia 2005.

Vähittäiskaupanäytteistä eniten mustamätää 2006 sadossa sisältäneet erät ovat olleet kaupassa varhain, joten myöhään keväällä kerätyissä näytteissä muiden pilaajien osuus oli suurempi. Toisaalta 2005 mustamätä oli lähtenyt kasvuun myöhemmin ja sitä oli edelleen melko runsaasti keväällä vähittäiskaupasta kerätyissä juureksissa. *Chalaropsis*-sientä havaittiin useimmissa testatuissa vähittäiskaupasta kerätyissä näytteessä. Sieni pystyttiin toteamaan viileässä porkkananpalojen pintaan kehittyvästä tummasta rihmastopeitteestä, maljakasvatuksissa sitä ei saada esiin (kuva 7).



Kuva 7. *Chalaropsis thielavioides* mustuttaa muovipussiin pakattua porkkanaa pitkään säilytettäessä. Taudin esiintymistä maassa voi määrittää myös testaamalla näin porkkanoita. (Kuva: Päivi Parikka)

Yhteenveto

Porkkanan säilyvyyttä voidaan ennakoida varastotestillä ja tunnistaa heikosti säilyvät erät ensin markkinoitaviksi. Testin muuntelu tautiasteen määrittämiseksi aikaisemmasta mustamädän esiintymisrunsaudesta voi parantaa sen käyttökelpoisuutta. Mustamädän määrittäminen maasta onnistuu tilalla yksinkertaisin välinein. Tulokset vastasivat melko hyvin PCR-testin antamaa tietoa. Vähittäiskaupassa pakattua porkkanaa pilaavan *Chalaropsis thielavioides*-sienen esiintyminen voidaan myös määrittää yksinkertaisin välinein.

Porkkanan pilaajabakteerit *Pseudomonas* ja *Pectobacterium* – eristäminen ja tunnistaminen suomalaisista porkkanoista

Minna Kahala¹⁾, Lucia Blasco¹⁾, Esa Wallius²⁾, Timo Pitkänen²⁾ ja Vesa Joutsjoki¹⁾

¹⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Palveluyksikkö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Porkkanan pilaajabakteereista tärkeimmät kuuluvat *Pectobacterium*- (aiemmin kuulunut *Erwinia*-sukuun) ja *Pseudomonas*-sukuihin. Näiden pilaajabakteerien esiintymistä seurattiin kahden varastointikauden ajan varastoporkkanoissa ja pakatuissa porkkananäyte-erissä.

Pseudomonas-suvun lajien tunnistukseen kehitettiin PCR-ARDRA-tunnistusmenetelmä. *Pectobacterium*-sukuun kuuluvien kantojen tunnistamiseen sovellettiin ITS-PCR-menetelmää. Lisäksi kantoja tunnistettiin sekvensoimalla niiden 16S rDNA.

Näytteistä tunnistettiin useita *Pseudomonas*-lajeja ja muutamista porkkanaeristä löydettiin *Erwinia*- ja *Pectobacterium*-sukuihin kuuluvia lajeja. Eristettyjen kantojen kykyä aiheuttaa pilaantumista tutkittiin porkkanan pilaantumistestien avulla. Useiden eristettyjen bakteerilajien todettiin aiheuttavan porkkanan pilaantumista, tummumista ja liman muodostumista. Pilaajien tunnistamiseksi kehitettyjen menetelmien avulla voidaan tunnistaa yleisimmät porkkanan pilaajabakteerit ja seurata niiden lisääntymisen riskikohtia porkkanan tuotantoketjussa.

Avainsanat: porkkana, varastointi, mikro-organismit, bakteerit, Pectobacterium, Pseudomonas, Erwinia, genomiset tunnistusmenetelmät

Johdanto

Ympärivuotisen käytön takaamiseksi porkkanoita on varastoitava pitkiä aikoja, mikä asettaa haasteita laadun säilymiselle. Mikrobiologista pilaantumista voi pitää yhtenä suurimmista laatuongelmista tuotantoketjun eri vaiheissa. Varastointiolosuhteet on tärkeää pitää optimaalisina varastotappioiden vähentämiseksi. Suurin osa pilaajamikrobeista säilyy maassa ja kulkeutuu kasviin viljelyn, sadonkorjuun tai varastoinnin aikana. Varastotuhojen aiheuttajina ovat usein sienitaudit, mutta ongelmia aiheuttavat myös kasvipatogeeniset pilaajabakteerit sekä bakteeri- ja hometoksiinit. Parhaiten tunnetaan varastotauteja aiheuttavat sienitaudit.

Vihannesten pilaantumisen aiheuttavat yleensä organismit, jotka kykenevät hajottamaan kasvispolymeeriä, pektiiniä (Liao, 1989). Esimerkiksi *Pectobacterium*, *Dickeya* ja *Pseudomonas* -sukuihin kuuluvat, bakteerimätää aiheuttavat kannat pystyvät tuottamaan suuria määriä pektinolyttisiä entsyymejä, jotka aiheuttavat kasvissolukon pehmenemisen. Pilaajamikrobien kasvu saattaa lisäksi aiheuttaa kasvien aromin, värin ja ravitsemusominaisuuksien muutoksia.

Bakteerimädän aiheuttamia vaurioita voidaan havaita kaikkialla porkkanan juuressa, mutta yleisimmin vauriot näkyvät kannassa tai porkkanan kärjessä, josta tauti sitten etenee porkkanan sisäosiin (Towner & Beraha, 1976). Usein pilaajabakteerit esiintyvät yhdessä muiden bakteerien tai sienitautia aiheuttavien mikrobien kanssa, jolloin primääri-infektio voi jäädä epäselväksi.

Mikrobiologisen laadun säilymisen riskikohtina porkkanan tuotantoketjussa ovat kylmäketjun alku, porkkanan pesu- ja pakkausvaihe, kuljetukset sekä säilytys kaupan eri portaissa. Mikäli pestyt ja pakatut porkkanat altistuvat pitkille säilytysajoille lämpimissä tiloissa, mikrobit lisääntyvät nopeasti aiheuttaen laadun heikkenemisen ja kasviksen pilaantumisen.

Biotekniikka- ja elintarviketutkimuksessa seurattiin porkkanan pilaantumista aiheuttavien *Pseudomonas*, *Pectobacterium*, *Dickeya* ja *Erwinia* -bakteerikantojen esiintymistä tiloilta, kaupasta ja kauppaketjusta kerätyissä porkkananäyte-erissä. Bakteerien tunnistamiseen ja niiden tyypitykseen kehitettiin ja sovellettiin bakteerien genomiin pohjautuvia menetelmiä: PCR (Polymerase Chain Reaction), PCR-ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis), ITS-PCR (Internally Transcribed Spacer-PCR), PFGE (Pulsed Field Gel Electrophoresis), T-RFLP (Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism) ja 16 S rDNA:n sekvensointi.

Aineisto ja menetelmät

Aineisto

Analysoitava porkkana-aineisto koostui tiloilta kerätyistä porkkanäytteistä, kylmävarastosta noudetuista näytteistä, vähittäiskaupoista kerätyistä näytteistä sekä näytteistä, joita kerättiin kauppaketjun eri vaiheista.

Laitilan ja Forssan alueiden porkkanatiloilta kerättiin syksyllä v. 2005 ja v. 2006 näyteaineisto, joka varastoitettiin kontrolloidussa olosuhteissa lämpötilan ja kosteuden suhteen. Pilaajamikrobit analysoitiin porkkanoista noston jälkeen ja kaksi kertaa varastointikauden aikana. Näytteitä oli 24 -26 kunakin analysointikertana, yhteensä näyte-eriä oli 150.

Forssan ja Turun alueen vähittäiskaupoista kerättiin satunnaisotannalla pakatut porkkananäytteet. Näytteitä kerättiin kolme kertaa kahtena varastointikautena (v. 2005–2007). Mikäli tiedot olivat saatavilla, kerätyistä näytteistä kirjattiin myyntilämpötila ja pussin ikä. Jokaisena näytteenottoajankohtana analysoitiin 14 -16 näytettä, yhteensä 90 näytettä.

Pilaajien esiintymistä kauppaketjun riskikohtissa pyrittiin selvittämään analysoimalla näytteitä ketjun eri vaiheissa (varasto – pakkaus – kuljetus – tukkuvarasto – vähittäiskauppa). Seurattavia eriä oli kolme varastointikauden 2006–2007 aikana. Kauppaketjussa järjestettiin muuttuvia tekijöitä: lämpötila, varastointiaika, säilytysaika tukussa ja vähittäiskaupassa. Olosuhdetiedot tallennettiin koko ketjun ajan. Kauppaketjuseuranta toteutettiin varastokaudella 2006–2007 kaksi kertaa kuljettamalla näytteet koko ketjun läpi ja kerran simuloimalla kauppaketjua. Tukkuvarastosta tai vähittäiskaupasta noudettiin ketjun eri vaiheissa näytteet, joiden pilaajamikrobit analysoitiin.

Näytteiden käsittely

Porkkanatiloilta ja varastosta noudettujen erien porkkanat pestiin, huuhdeltiin steriilillä tislatulla vedellä ja kuorittiin tai raastettiin. Vähittäiskaupasta kerätyjä porkkananäytteitä ei pesty. Kaudella 2005–2006 bakteerimäärät analysoitiin porkkanankuorista ja kaudella 2006–2007 analyysit tehtiin raastetuista porkkanoista. 25 g:aan näytettä (raastetta tai kuoria) lisättiin 225 g Ringerliuosta, näytteet homogenoitiin 30 s 230 rpm Stomacher -laitteella, ja näytteistä tehtiin koeputkissa laimennossarjat. Jokaisesta näytteestä tehtiin rinnakkaiset maljaukset sopivin laimennoksien sekä Pseudomonas Agar F (Difco) että CVP-S2-maljoille (Hyman ym., 2001). Pseudomonas Agar F -maljoja inkuboitiin 30 °C:ssa 2-3 vrk ja CVP-S2-maljoja inkuboitiin 28 °C:ssa 3-4 vrk, jonka jälkeen maljoilla kasvaneet pesäkkeet laskettiin. Kultaakin maljalta poimittiin viisi pesäkettä, jotka puhdistettiin viljelemällä kahdesti Caso-agarilla. Puhdistetut kannat kasvatettiin 20 h Caso-liemessä, jonka

jälkeen liemeen lisättiin 15 % glyseroli, seos jäädytettiin nestetypellä ja säilöttiin -70 °C:ssa.

Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit eri muuttujien vaikutuksista näytteissä esiintyvien pseudomonasten määrään tehtiin *Pseudomonas* Agar F -maljoilta laskettuja bakteerimääriä käyttäen. Vähittäiskaupan analyyseissä selvitettiin näytteenottoajankohdan, kaupan varastointilämpötilan ja pakkauksen iän vaikutusta pseudomonasten määrään. Lisäksi vertailtiin pseudomonasten määrää suhteessa pilaantuneiden porkkanoiden määrään varaston ja vähittäiskaupan näyte-erissä. Varastonäytteistä selvitettiin myös maaperän ravinteiden vaikutusta pseudomonasten määrään. Kauppaketjuista analysoiduista näytteistä selvitettiin paikan, lämpötilan ja varastoinnin keston yhteyttä analysoitujen pseudomonasten määrään.

Selittäjien yhteyttä porkkanoiden *Pseudomonas*-määrään tarkasteltiin yleisiä lineaarisia sekamalleja käyttäen. Malleissa huomioitiin aineiston keruutapa ja toistomittausasetelma. Varasto- ja vähittäiskauppaporkkanoiden varastointikaudet analysoitiin erikseen. Mallituksen yhteydessä jäännöksen normaalijakauma- ja vakiovarianssisuusoletusta tarkasteltiin ja poikkeamiin oletuksista reagoitiin. Yksittäisten havaintojen vaikuttavuutta kokeiltiin sovittamalla malli ilman vaikuttavaksi epäiltyä havaintoa. *Pseudomonas*-määrille tehtiin logaritmimuunnos, koska alustavien tarkastelujen perusteella pitoisuuden jakauma oli vino. Tilastolliset mallit sovitettiin SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Varastoporkkanoiden analyyseissä selittäjinä olivat alue (Forssa, Laitila), näytteenottoajankohta (syksy, talvi, kevät), lajike (Maestro, muut), maalaji (kivennäismaat, muut), terveiden osuus sekä ravinnemääritysten mittaukset. Samalta kasvulohkolta peräisin olleiden porkkanoiden eri ajankohtien mittauksien välistä riippuvuutta kuvaamaan käytettiin unstructured (UN) -kovarianssirakennetta. UN-rakenne sallii myös erisuuret varianssit eri mitta-usajankohdille. Aluksi mallissa olivat alueen ja mitta-usajankohdan päävaikutukset ja niiden yhdysvaikutukset. Tähän malliin kokeiltiin lajikkeen, maala-jin ja vuosia porkkanasta pää- ja yhdysvaikutuksia ja tilastollisesti merkitse-vät vaikutukset jätettiin. Nämä selittäjät olivat kategorisia (luokittelevia). Tämän jälkeen malliin lisättiin yksitellen jatkuvia selittäjiä ja niiden yhdys-vaikutuksia malliin jääneiden selittäjien kanssa.

Vähittäiskaupan porkkanoissa selittäjinä olivat näytteenottoajankohta (syksy, talvi, kevät), kaupan varastointilämpötila (lämmin, viileä), pakkauksen ikä, tautisten porkkanoiden osuus ja seutu (Forssa, Turku). Lisäksi varastointi-kaudella 2006–2007 testattiin, onko etyleeninlähteen läheisyydellä vaikutus-ta. Samasta vähittäiskaupasta peräisin olleiden porkkanoiden eri ajankohtien mittauksien välistä riippuvuutta kuvaamaan käytettiin Compound symmetry

(CS)-kovarianssirakennetta. CS-rakenne olettaa yhtäsuuret varianssit eri mitausajankohdille. Aineistolle tehtiin kaksi erillistä analyysia, koska pakkauksen iässä oli melko paljon puuttuvia havaintoja. Ensimmäisessä analyysissa mukana olivat pakkauksen ikää lukuun ottamatta muut selittäjät ja kaikki kahden selittäjän väliset yhdysvaikutukset. Tästä mallia yksinkertaistettiin niin, että jäljelle jäivät vain tilastollisesti merkitsevät tai lähes merkitsevät selittäjät. Toiseen analyysiin, jonka pohjana oli ensimmäisen analyysiin jääneet selittäjät, sitten otettiin mukaan selittäjäksi pakkauksen ikä ja yhdysvaikutukset. Tätä mallia jälleen yksinkertaistettiin samalla periaatteella kuin ensimmäisessä analyysissäkin.

Kauppaketjun porkkanoissa selittäjinä olivat paikka (tukku, vähittäiskauppa) ja käsittely (lämpötilan ja varastoinnin keston kombinaatiot: 1) normaali lämpötila ja lyhyt säilytysaika, 2) lämmin lämpötila ja lyhyt säilytysaika ja 3) normaali lämpötila ja pitkä säilytysaika) sekä paikan ja käsittelyn yhdysvaikutus. Lisäksi satunnaisina tekijöinä mallissa olivat erä (syksy 2006, kevät 2007 ja simulointi keväällä 2007) sekä erän ja paikan yhdysvaikutus. Aineisto analysoitiin osaruutukokeena.

Kantojen tunnistus

Tunnistusten tarkoituksena oli löytää pilaantumisprosessissa mukana olevat bakteerilajit. Kantoja eristettiin kaikista porkkanaeristä ja lisäksi porkkanaeristä erotetuista, selkeästi pilaantuneista porkkanoista. Näytteistä eristettyjen kantojen tunnistuksiin käytettiin PCR-pohjaisia menetelmiä - PCR-ARDRA ja ITS-PCR sekä 16 S rDNA-geenin sekvensointia.

Sukuspesifinen tunnistus. Pseudomonasten sukuspesifinen tunnistus tehtiin PCR-reaktiolla käyttäen alukeparia pA (Edwards ym., 1989) ja PSMG (Braun-Howland ym., 1993).

PCR-ARDRA. *Pseudomonas* -lajien tunnistukseen kehitettiin 16 S rDNA-geenin sekvenssiin pohjautuva PCR-ARDRA -menetelmä. PCR-reaktioissa 16 S rDNA -geenin monistamiseen käytettiin alukeparia pA ja pH (Edwards ym., 1989). *Pseudomonas* -lajien tunnistamista varten saadut n. 1500 emäsparin PCR-tuotteet pilkottiin kolmea restriktioentsyymiä (*AluI*, *XbaI* tai *CspI45*, New England Biolabs) käyttäen, olosuhteet olivat valmistajan suosittelemat. Restriktiotuotteet analysoitiin 2,0 % agarosigeelillä käyttäen 100 bp DNA kokomarkkeria (New England Biolabs). Eristetyt kannat jaettiin kuuteen eri ryhmään *Pseudomonas*-referenssikantojen restriktioprofiilien mukaisesti. Referenssikantoina tutkimuksessa oli *Pseudomonas fluorescens* (DSMZ 6147, DSMZ 50090^T, DSMZ 50106), *Pseudomonas grimonti* (DSMZ 17515^T) *Pseudomonas mandelii* (DSMZ 17967^T), *Pseudomonas marginalis* (DSMZ 13124^T, DSMZ 7527, DSMZ 50276) *Pseudomonas migulae* (DSMZ 17966^T), *Pseudomonas putida* (DSMZ 291^T, DSMZ 50194), *Pseudomonas syringae* pvar. *atroseptica* (DSMZ 50256), *Pseudomonas syringae*

pvar. *syringae* (DSMZ 10604^T), *Pseudomonas veroni* (DSMZ 11331) ja *Pseudomonas viridiflava* (DSMZ 11124^T).

ITS-PCR. Bakteerikantojen 16 S rDNA ja 23 S rDNA geenien välistä aluetta (ITS) monistettiin käyttäen PCR-reaktiossa alukeparia G1 ja L1 (Jensen ym., 1993). Saadut DNA -fragmentit pilkottiin käyttäen *RsaI*-entsyymiä, ja restriktiotuotteet analysoitiin agarosigeelillä. Eristetyistä kannoista saatuja restriktioprofiileja verrattiin *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* (DSMZ30170, DSMZ30168^T, SCC3193), *Pe. carotovorum* subsp. *atrosepticum* (DSMZ30184, DSMZ30186, SRI1043, SRI1039) ja *D. chrysantemi* (DSMZ4610^T, NCPPB402, Ech1086) referenssikantojen profiileihin.

PFGE

Kantakohtaiseen tyypitykseen käytettiin Rodas ym. (2005) kehittämää PFGE-menetelmää hieman muunnellen. Agarosigeelin sisässä eristettiin kustakin kannasta kokonais-DNA, joka pilkottiin käyttäen 10 U *XbaI* tai 20 U *SpeI* -entsyymiä (New England Biolabs). Restriktiofragmentit erotettiin käyttäen 1 % Pulsed Field Certified agarosia (Bio Rad) 0.5 X TBE puskurissa, Chef-DR[®] III System -laitteella (Bio Rad). Elektroforeesiajon jälkeen geeli värjätettiin käyttäen etidiumbromidiliuosta ja kuvattiin käyttäen Fluorchem 8900 imaging system and software (Alpha Innotech, San Leandro, CA) -kuvannuslaitetta.

T-RFLP

T-RFLP-menetelmän soveltuvuutta porkkanan mikrobipopulaatioiden tutkimiseen selvitettiin keväällä 2008 analysoimalla kuusi pakattua kaupaporkkananäytettä. Sekä terveistä että pilaantuneista porkkanoista eristettiin kokonais-DNA käyttäen FastDNA Spin for Soil (Qbiogene, Inc.) eristyskittiä. 16S rDNA geeniin sitoutuvilla fluoresoivilla alukkeilla (pA ja pH) monistettiin kokonais-DNA:ta käyttäen fragmentti, joka pilkottiin *AluI* -restriktioentsyymillä avulla. Näin saatujen fragmenttien koko selvitettiin MegaBace[™] -sekvensointilaitetta (Amersham Biosciences) käyttäen. Fragmentti-analyysin pohjalta saadut tulokset analysoitiin MiCa3 virtual digest -ohjelman avulla (<http://mica.ibest.uidaho.edu/digest.php>), jolloin osa näytteen mikrobeista voitiin tunnistaa.

Patogeenisuustestit

Kantojen patogeenisuutta testattiin Godfrey ja Marshall (2002) tutkimusryhmän kehittämän menetelmän mukaisesti. Porkkanoiden pinta steriloitiin upottamalla porkkanat Na-hypokloriittiliuokseen n. 1 min ajaksi, jonka jälkeen porkkanat huuhdeltiin tislattulla vedellä, kuivattiin, ja leikattiin kiekokoiksi. Porkkanakiekot aseteltiin Petri-maljoille kostutetun suodatinpaperin päälle. Puhdistetut kannat kasvatettiin 20 h ajan Caso-liemessä, jota pipetoitiin pork-

kanakiekkujen päälle 50 µl. Kullakin maljalla oli negatiivinen kontrollikieko, johon lisättiin 50 µl steriiliä vettä. Porkkanakiekkuja inkuboitiin n. 25 °C:ssa, ja kiekot analysoitiin silmämääräisesti 24 h, 48 h and 72 h:n kuluttua.

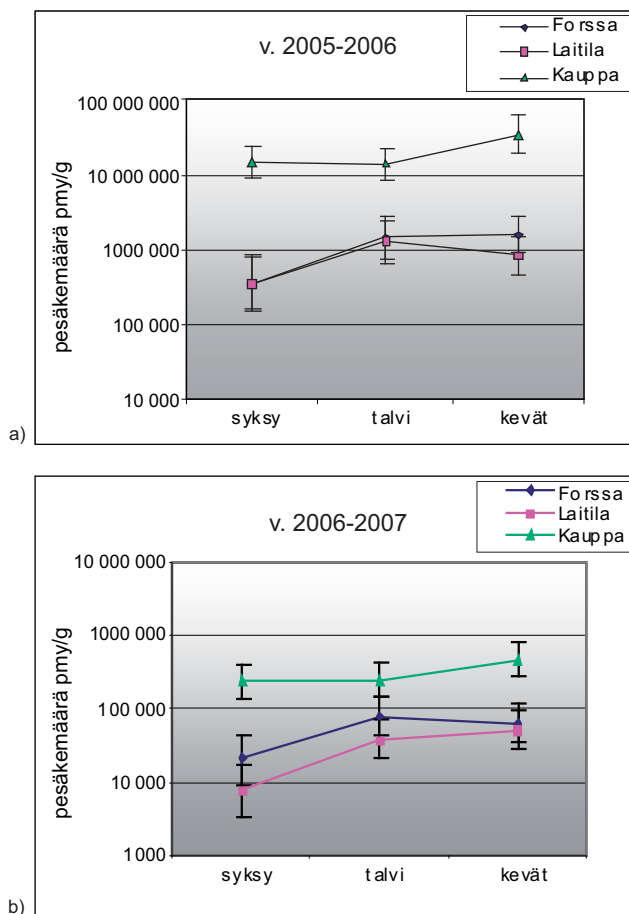
Tulokset

Pseudomonas bakteerimäärät

Kaikista porkkanaeristä analysoitiin kokonaispesäkemäärät *Pseudomonas* Agar F -alustalta. Näytteiden välillä havaittiin eroja kaikkina analysoituina ajankohtina. Varastoporkkanoiden *Pseudomonas*-määrät kaudella 2005–2006 vaihtelivat välillä $9,5 \times 10^3 - 1,2 \times 10^7$ pmy/g, ja kaudella 2006–2007 välillä $4,8 \times 10^2 - 8,5 \times 10^5$ pmy/g. Kauppaporkkanoiden mikrobimäärät olivat kaudella 2005–2006 $2,1 \times 10^6 - 1,2 \times 10^8$ pmy/g ja toisella kaudella $1,6 \times 10^4 - 3,4 \times 10^6$ pmy/g.

Kausien väliset erot johtuvat näytteenkäsittelystä, kaudella 2005–2006 analyysit tehtiin porkkanankuorista, kun taas kaudella 2006–2007 bakteerimäärät analysoitiin raastetuista porkkanoista. Selkeästi pehmentyneistä ja pilaantuneista porkkanoista tehdyt viljelyt *Pseudomonas* agar F -alustalle osoittivat, että pesäkemäärät olivat 100 – 10000 -kertaiset vastaavan erän terveistä porkkanoista analysoituihin arvoihin verrattuna, mikä osoittaa *pseudomonas*-ten yhteyden ainakin osatekijänä pilaantumiseen. Lisäksi havaittiin korkeita *Pseudomonas*-määriä näyte-erissä, joissa terveiden porkkanoiden osuus oli erittäin pieni (< 20 %).

Tilastolliset analyysit osoittivat, että sekä eri kausien että varastoporkkanoiden ja vähittäiskauppaporkkanoiden välillä on eroa tuloksissa. Ensimmäisellä kaudella v. 2005–2006 kauppaporkkanoiden näytteenottoajankohdalla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus ($p=0,0160$), varastoporkkanoilla ajankohtien välille tulee tilastollisesti merkitseviä eroja molemmilla kausilla ($p=0,0006$ ja $p=0,0004$) (kuva 1). Kuvissa 1a ja 1b on esitetty varasto- ja kauppaporkkananäytteiden *Pseudomonas*-määrien keskiarvojen estimaatit ja keskiarvojen 95 % luottamusvälit kunakin ajankohtana. Varasto- ja kauppaporkkananäytteiden bakteerimäärien muutokset varastointikauden aikana poikkesivat toisistaan. Kauppaporkkanoiden syksyn ja talven näyte-erien *Pseudomonas*-määrissä ero oli pieni molemmilla kausilla, mutta kevään näytteissä havaittiin kohonneita bakteerimääriä. Varastoporkkanoiden *Pseudomonas*-määrissä muutos oli suurempi syksyn ja talven näyte-erien välillä (kuvat 1a ja 1b). Jälkimmäisenä kautena alueiden välillä oli tasoero, Laitilassa oli keskimäärin pienempiä määriä kuin Forssassa. Kauppaporkkananäytteiden bakteerimäärät olivat koko kauden ajan korkeampia kuin varastoporkkanoiden.



Kuva 1. Pseudomonasten esiintyminen varastointikausien aikana syksyllä, talvella ja keväällä kerätyissä kaupan porkkananäytteissä sekä Forssasta ja Laitilasta kerätyissä samoina ajankohtina analysoiduissa varastonäytteissä. a) kausi 2005–2006 b) kausi 2006–2007. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95 % luottamusvälit.

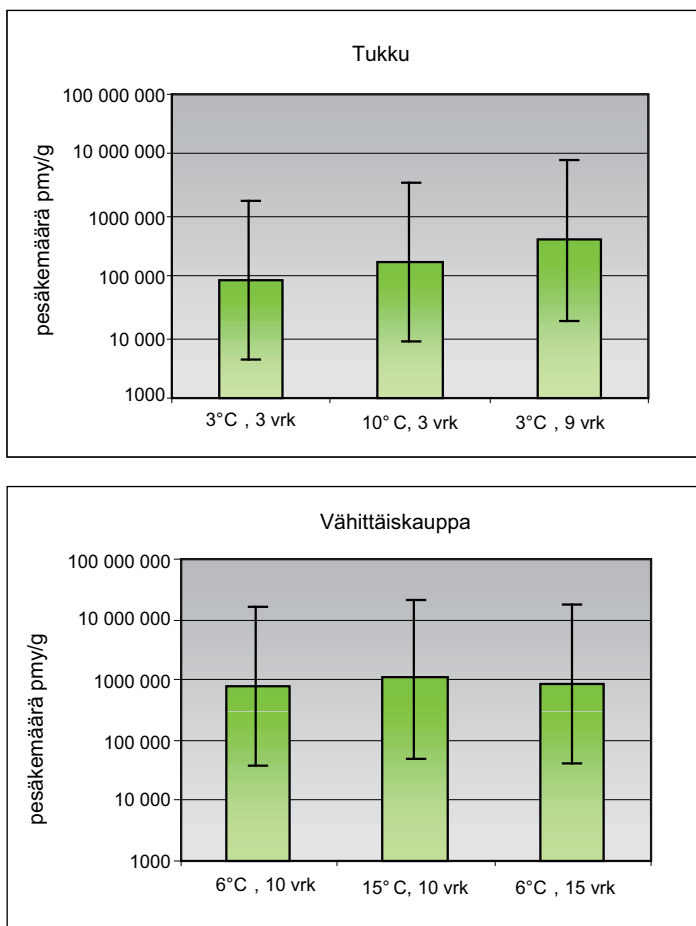
Kauden 2005–2006 ravinnemäärittäyksissä yhdeltä Laitilan seudulla sijainneelta lohkolta oli määritetty poikkeavan suuri rikkipitoisuus, joka myös vaikutti tuloksiin. Kun lohkon havainto oli mukana aineistossa, rikki ei ollut merkittävä selittäjä. Lohkon tietojen poistamisen jälkeen oli alueen ja rikkipitoisuuden yhdysvaikutus merkittävä eli yhteys vaihteli alueittain. Laitilan seudun näytteissä rikkipitoisuuden kasvaessa väheni pseudomonasten määrä. Forssan seudun näytteissä yhteyttä ei ollut. Muilla aineistossa olleilla selittäjillä ei ollut tilastollisesti merkittävää yhteyttä pseudomonasten määrään kaudella 2005–2006.

Kaudella 2006–2007 magnesiumipitoisuuden kasvaessa pseudomonasten määrä väheni. Yhteyden tilastollinen merkittävyys riippui Laitilassa olevasta

poikkeavasta lohkoista. Kun sen tiedot poistettiin, yhteys oli tilastollisesti merkitsevä. Happamuuden ja kuparin yhteys pseudomonasten määrään vaihteli mittausajankohdittain. Kevään mittauksissa pseudomonasten määrä kasvoi maan pH:n kasvaessa. Yhteys oli tilastollisesti merkitsevä, jos kevään mittauksista poisti yhden poikkeavan lohkon havainnon. Muissa ajankohdissa ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ollut. Talven ja kevään mittauksissa pseudomonasten määrä väheni kuparipitoisuuden kasvaessa, mutta vain talven mittauksissa yhteys oli tilastollisesti merkitsevä. Kaliumpitoisuuden yhteys pseudomonasten määrään vaihteli alueittain ja riippui poikkeavista havainnoista. Forssan seudulla kaliumpitoisuuden kasvaminen vähensi pseudomonasten määrää. Yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä, jos kaikki havainnot olivat mallissa. Poikkeavien havaintojen poiston jälkeen yhteys tuli merkitseväksi. Laitilan seudulla yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Laitilan seudun kevään mittauksissa liukoisen typen määrän kasvu vähensi pseudomonasten määrää. Muilla ajankohdilla ei liukoisen typen määrällä ollut yhteyttä pseudomonasten määrään kummankaan alueen mittauksissa.

Kauden 2006–2007 kauppaporkkanaerien analyyseissä kaupan varastointilämpötilalla oli tilastollisesti merkitsevää vaikutusta *Pseudomonas*-määriin ($p=0,0132$). Lämpimässä säilytyksessä oli suurempi keskiarvo kuin viileässä säilytyksessä. Koska pussin ikä -havainnoja ei ollut saatavilla kaikista näytteistä, iän vaikutus analysoitiin vain osalla näyte-eristä (32 analysoitu), jolloin ajankohdalla ja pussin iällä oli tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kaudella 2006–2007 (ajankohta $p=0,0358$, ikä vrk $p=0,0072$). Pussin iän yhteys *Pseudomonas*-määriin oli positiivinen. Tilastolliset analyysit osoittivat myös, että kauden 2005–2006 kauppaporkkanoissa pilaantuneiden määrän vaikutus porkkanoiden *Pseudomonas* -määriin oli lähellä merkitsevää ja positiivinen ($p=0,0586$).

Kauppaketjussa muuttuvina tekijöinä olivat lämpötila ja varastoinnin kesto. Kuvassa 2 on esitetty kolmesta kauppaketjukokeesta erilaisten käsittelyjen jälkeen analysoitujen näytteiden *Pseudomonas*-määrien keskiarvoestimaatit tukussa ja kaupassa. Aineistolle tehtiin tilastollinen käsittely ja havaittiin, että tukussa lämpötilan ja säilytysajan vaikutus pseudomonasten määrään oli tilastollisesti merkitsevä ($p<0,0001$). Kaikki lämpötilan ja säilytysajan kombinaatiot poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Myös vähittäiskaupan tuloksissa voidaan havaita trendi, että lämpötilalla on merkitystä; Pseudomonasten määrä 10 vrk:ssa on korkeampi lämminvarastoinnissa kuin 15 vrk kylmässä (kuva 2). Pienestä analyysien toistojen määrästä johtuen luotamusvälit ovat pitkät.



Kuva 2. Porkkanan kauppaketjunäytteiden *Pseudomonas*-määrät erilaisten käsittelyjen jälkeen, muuttujina paikka, varastointiaika ja -lämpötila. Keskiarvoestimaatit ja keskiarvojen 95 % luottamusvälit.

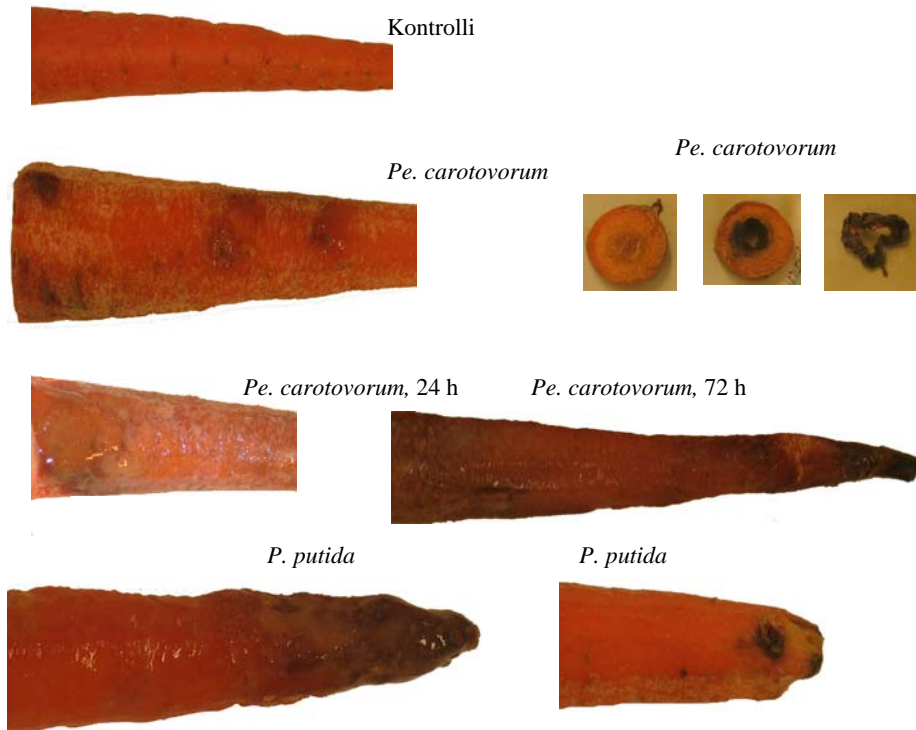
Pektiiniä käyttävät bakteerit

CVP-S2-maljoille lisätyn polygalakturonaasin avulla pektiiniä hajottavat kannat oli mahdollista erottaa pesäkkeen ympärille muodostuvan kolon perusteella. Tällä menetelmällä haettiin nimenomaan porkkanan pektiinin hajottamiseen kykeneviä bakteereja. Molempina analysointikausina löytyi pektiiniä käyttäviä kantoja, ensimmäisellä kaudella kuitenkin enemmän kuin toisella. Lisäksi pektiiniä käyttäviä kantoja löydettiin selvästi enemmän kaupanäytteistä kuin varastoporkkananäytteistä. Suuria koloja maljoilla muodostavat kannat tunnistettiin joko *Pectobacterium*- tai *Erwinia*-suvun

lajeiksi. Suuri osa CVP-S2 -alustalla pienempiä koloja muodostavista kannoista kuului *Pseudomonas*-sukuun.

Pilaantumistestit

Esimerkkejä eristettyjen kantojen aiheuttamasta porkkanoiden pilaantumisesta porkkanakiekoilla ja kokonaisilla porkkanoilla on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Eristettyjen *Pseudomonas*- ja *Pectobacterium*-kantojen aiheuttamaa pilaantumista porkkanoissa. (Kuvat: Lucia Blasco)

Porkkanan pilaajabakteerien tunnistaminen

Pseudomonas

PCR-pohjaisella sukuspesifisellä tunnistusmenetelmällä saatiin varmistettua *Pseudomonas*-sukuun kuuluvat kannat. Lajispesifinen tunnistusmenetelmä, PCR-ARDRA, kehitettiin *Pseudomonas*-lajien tunnistukseen. Lisäksi tunnistuksissa käytettiin hyväksi 16 S rDNA-sekvensointia. Kaikista porkkanaeristä tehtiin mikrobieristyksiä, eristettyjen kantojen kyky pilata porkkanoita testattiin ja tunnistuksissa pyrittiin selvittämään yleisimmät *Pseudomonas*-lajit,

jotka kykenevät pilaamaan porkkanan. Tunnistetut kannat jaettiin käytössä olleiden tyyppikantojen restriktiokuvioiden perusteella ryhmiin I – VI (taulukko 1). Taulukossa on esitetty tunnistettujen pilaajien jakaantuminen *Pseudomonas*-ryhmiin. Lisäksi kunkin ryhmän pilaajien osuudet kaikista tutkimuksessa tunnistetuista porkkanaa pilaavista kannoista on ilmoitettu taulukossa 1.

Suurin osa tunnistetuista kannoista kuului ryhmiin I tai II. Osa *Pseudomonas*-kannoista on maljoilla kuoppaa muodostavia eli pektiiniä hyväksikäyttäviä kantoja. Suurin osa koloa muodostavista pesäkkeistä luokiteltiin ryhmään I eli *Ps. fluorescens*-ryhmään. Myös osalla ryhmän II -kannoista havaittiin pektinolyyttistä aktiivisuutta.

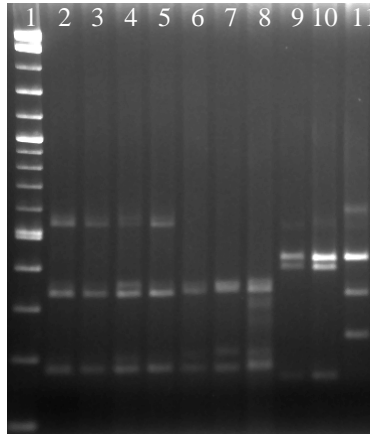
Taulukko 1. PCR-ARDRA:n perusteella jaotellut *Pseudomonas*-ryhmät varastossa ja kaupassa, esimerkkejä ryhmän sisältämistä lajeista, eristettyjen pilaajakantojen määrät kussakin ryhmässä ja ryhmään kuuluvien pilaajakantojen osuudet kaikista tunnistetuista pilaajakannoista.

Ryhmä	Varasto		Kauppa	
	Tunnistettuja kpl	Osuus pilaajista %	Tunnistettuja kpl	Osuus pilaajista %
I: <i>Ps. fluorescens</i> , <i>Ps. marginalis</i> , <i>Ps. veronii</i>	69	51	40	69
II: <i>Ps. putida</i>	41	30	9	16
III: <i>Ps. viridiflava</i>	4	3	1	2
IV: <i>Ps. syringae</i> , <i>Ps. mandelii</i>	13	10	7	12
V: <i>Ps. migulae</i>	6	4	1	2
VI: <i>Ps. grimontii</i>	2	1	0	0
Yhteensä	135		58	

Tutkimuksessa havaittiin, että patogeeninen ominaisuus on kantakohtaista. Saman lajin sisässä osoittautui olevan vaihtelua, esim. *Ps. fluorescens* ja *Ps. putida* -lajien kannoista osa oli porkkanan pilaajia, osa ei porkkanaa pilannut. Ihmiselle patogeenista *Ps. aeruginosa* -lajia ei löydetty tutkimuksessa.

Pectobacterium, *Dickeya* ja *Erwinia*

Pectobacterium, *Dickeya* ja *Erwinia* -sukujen esiintymistä näytteissä tutkittiin ITS-PCR- menetelmää (kuva 4) ja 16 S rDNA-sekvensointia käyttäen.



Kuva 4. *Pectobacterium*- ja *Dickeya*-sukuihin kuuluvien kantojen *RsaI*-restriktioentsyymillä fragmentoidut ITS-PCR-tuotteet, 1 = standardi λ log DNA, 2–5 = *Pe. atroseptica*, 6–8 = *Pe. carotovora* subsp. *carotovora*, 9–11 = *D. chrysantemi*.

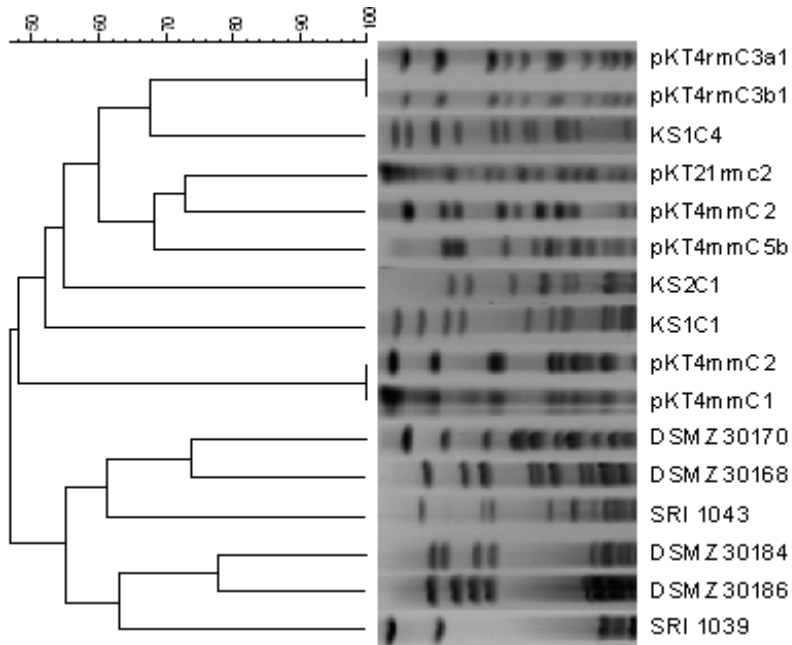
Yhteensä kymmenestä tutkitusta porkkanaerästä löydettiin *Pectobacterium* tai *Erwinia* -sukujen kantoja. Eristetyt kannat tunnistettiin *Pe. carotovorum* tai *E. rhapontici* -lajeiksi. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* -kantoja löytyi molempina varastokausina; kahdesta varasto- ja viidestä kaupanäyte-erästä. Kaikki kannat muodostivat CVP-S2-maljoille erittäin suuria koloja. Kaikkien eristettyjen *Pectobacterium*-kantojen osoitettiin myös aiheuttavan porkkanan pilaantumista pilaantumistesteissä

Kolmessa pilaantuneista porkkanoista eristetyissä näyte-erissä osa CVP-S2-maljoilla koloa muodostavista bakteereista tunnistettiin *E. rhapontici*-lajiksi. Kahdesta erästä eristetyt kannat antoivat positiivisen tuloksen porkkanan pilaantumistestissä. *E. rhapontici* -kantoja löytyi sekä varasto- että kaupanäytteistä. Useiden *Erwinia* ja *Pectobacterium*-sukujen kantojen esiintymisellä näytti olevan yhteys lämpimiin varastointiolosuhteisiin kaupassa.

Kantojen genotyypitys

Genotyypityksen avulla selvitettiin, onko pilaantumisen taustalla bakteerilajin yksi vallitseva kanta vai useita kantoja. Kantojen tyypitys pulssikenttägelelektrofooresilla osoitti, että huomattavaa lajinsisäistä vaihtelua esiintyy sekä *Pseudomonas* että *Pectobacterium* -suvuissa.

Ryhmiin sisältyi löytyi useita pilaavia kantoja. Kuvassa 5 on esitetty PFGE-kuvio porkkanoista eristetyistä *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* -kannoista sekä *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* ja *Pe. carotovorum* subsp. *atrosepticum* referenssikannoista. Näytteistä eristetyistä kannoista voidaan kuvassa erottaa kahdeksan genotyypiltään erilaista *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* -kantaa. Referenssikannat muodostavat erillisen ryhmän.



Kuva 5. PFGE-profiilit porkkananäytteistä eristetyistä *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* -kannoista sekä *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* (DSMZ30170, DSMZ30168T) - ja *Pe. carotovorum* subsp. *atrosepticum* (DSMZ30184, DSMZ30186, SRI1043, SRI1039) -referenssikannoista.

T-RFLP-analyysi

Kuusi kaupoista keväällä 2008 kerättyä porkkananäyte-erää analysoitiin T-RFLP menetelmällä. T-RFLP on DNA-pohjainen menetelmä, jolla voidaan selvittää mm. näytteiden mikrobipopulaatioiden koostumusta ja niiden välillä olevia eroja. Tarkoituksena oli selvittää, minkä bakteerilajin tai -suvun määrä lisääntyy eniten pilaantuneissa porkkanoissa. Analysoimme kustakin porkkanaerästä sekä pilaantuneita että terveitä porkkanoita, kuusi tervettä (1H, 2H, 3H, 5H, 6H ja 8H) ja viisi pilaantunutta (1S, 3S, 5S, 6S ja 8S) porkkanaerää.

Bakteeripopulaatioanalyyseissä havaittiin eroja mm. *Erwinia*-sukua vastaavan fragmentin esiintymisessä näytteiden välillä (kuva 6). Kaikissa pilaantuneissa porkkanoissa todettiin esiintyvän *Erwinia*-suvun bakteereita, joita terveissä

porkkanoissa ei esiintynyt. Lisäksi löytyi DNA-fragmentti, joka esiintyy vain terveissä porkkanoissa. MiCa3 virtual digest -ohjelman avulla tämä fragmentti identifioitiin *Ps. mandelii* -lajiksi.



Kuva 6. T-RFLP-fragmenttiansalyysi kuudesta keväällä 2008 kerätystä kaupparokkananäyte-erästä.

Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa kehitettyjen menetelmien avulla analysoitiin porkkanan keskeisimmät pilaajabakteerit. Porkkanoissa yleisimmin esiintyvän *Pe. carotovorum*-lajin, jonka kasvun optimilämpötila on 30 °C, ei ole todettu aiheuttavan suuria ongelmia, mikäli varastointiolosuhteet ovat kunnossa. *Pseudomonas* -suvusta kuitenkin löytyy lajeja, esimerkiksi *Ps. marginalis*, jonka on todettu aiheuttavan bakteerimätää jopa 0–4 °C lämpötilassa (Snowdon, 1991). Lämpimät olosuhteet edistävät edelleen näiden kasvua, optimilämpötilan ollessa n. 30 °C.

Pseudomonas-kokonaismäärä analysoiduissa näytteissä kasvoi hieman varastointikauden kuluessa. Myös varastointilämpötila näyttäisi vaikuttavan *pseudomonas*-määriin näytteissä.

Pseudomonas -bakteerisuku on hyvin laaja, tällä hetkellä List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature -tietokannassa (<http://www.bacterio.cict.fr>) lajeja on 179 kpl. *Pseudomonas*-sukuun kuuluu kantoja, jotka ovat kasvipatogeenisiä tai voivat aiheuttaa infektioita ihmiselle, kun taas osa kannoista voi olla jopa kasville hyödyllisiä (Porteous ym., 2002). Patogeeninen ominaisuus on kantakohtaista. Tutkimuksessa osoitettiin, että porkkanoista löytyy useita pilaavia *Pseudomonas*-lajeja. Toisaalta selkeästi bakteerien aiheuttamaa pilaantumista esiintyi vain vähän. Muutamien *Pseudomonas* -suvun lajien aiheuttamaa kasvien pilaantumista on raportoitu kirjallisuudessa. Yleisimmin raportoituja porkkanan pilaantumista aihe-

uttavia lajeja ovat olleet *Ps. marginalis*, *Ps. viridiflava*, *Ps. fluorescens* ja *Ps. cichorii* (Choi ym., 1989; Tekoriene, 2003; Godfrey & Marshall, 2002). *Ps. cichorii*-lajia lukuunottamatta näitä lajeja löydettiin tutkimuksessa, ja eristettyjen kantojen todettiin aiheuttavan porkkanan pilaantumista. Ominaisuuden todettiin kuitenkin olevan kantakohtaista, koska kaikki saman lajin kannat eivät pilaantumista aiheuttaneet. Toisaalta T-RFLP-analyysi osoitti myös tiettyjen *Pseudomonas*-lajien ja terveiden porkkanoiden välisen yhteyden: *Ps. mandelii*-lajin havaittiin esiintyvän vain terveissä porkkanoissa.

Erwinia ja *Pectobacterium* -suvut eivät tässä tutkimuksessa näyttäneet olevan laajalti esiintyviä näiden kahden varastointikauden aikana. Nämä bakteerit kykenevät pilaamaan kasvin tuottamalla suurina määrinä pektinolyttisiä entsyymejä solun ulkopuolelle. Tässä tutkimuksessa muutamia voimakkaasti pektinolyttisiä kantoja eristettiin CVP-S2-kasvualustalta, josta ne voitiin erottaa kolonmuodostuksen perusteella. Suotuisissa olosuhteissa ne kykenevät pilaamaan porkkanan, mutta ilmeisesti kylmäketjun ollessa kunnossa niiden aiheuttamaa pilaantumista esiintyy vain vähän. Useimmiten *Erwinia* ja *Pectobacterium*-suvun esiintymisellä näytteessä oli yhteys lämpimiin varastointiolosuhteisiin kaupassa. Kirjallisuudessa on esitetty tutkimustuloksia, joissa *Pectobacteriumin* aiheuttamaa kasvin pilaantumista esiintyi vasta lämpötilan noustessa yli 15 °C:een (Farrar ym., 2000). *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* ja *D. chrysanthemi* -lajien on raportoitu aiheuttaneen epidemioita porkkanoissa maailmanlaajuisesti (Choi ym., 1989; El-Hendawy ym., 2002; Farrar ym., 2000; Ramesh & Ram, 1989; Towner & Beraha, 1976). Tässä tutkimuksessa mukana olleesta aineistosta löytyi *Pe. carotovorum* -lajia, mutta *D. chrysanthemi*-lajia ei löydetty. Näytteistä eristetyt *Pe. carotovorum* subsp. *carotovorum* -ryhmän kannat osoittautuivat genotyypiltään erilaisiksi. Myös kirjallisuudessa on esitetty havaintoja ryhmän heterogeenisyydestä (Avrova ym., 2002; Gardan ym., 2003; Lee ym., 2006; Waleron ym., 2002). *E. rhapontici* -lajin esiintymisestä porkkanoissa ei ole kirjallisuudessa viitteitä, mutta tässä tutkimuksessa sitä osoittautui löytyvän pilaantuneista porkkanoista. Osan eristetyistä *E. rhapontici* -kannoista todettiin pilaavan myös terveitä porkkanoita tehdyissä koejärjestelyissä.

Selkeästi vain bakteerien aiheuttamaa pilaantumista löytyi muutamista porkkanaeristä tämän tutkimuksen aikana. Useimmiten kyseessä oli bakteerinfektion esiintyminen sienitaudin yhteydessä.

Kirjallisuus

- Avrova, A. O., Hyman, L. J., Toth, R. L. & Toth, I. K. 2002. Application of amplified fragment length polymorphism fingerprinting for taxonomy and identification of the soft rot bacteria *Erwinia carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*. Applied and Environmental Microbiology 68: 1499–1508.
- Braun-Howland, E. B., Vescio, P. A. & Nierzwicki-Bauer, S. A. 1993. Use of a simplified cell blot technique and 16S rRNA-directed probes for identification of common environmental isolates. Applied and Environmental Microbiology 59: 3219–3224.
- Choi, J.E., Han, K.S. & Yu, S.J. 1989. Identification of bacteria causing soft rot disease of carrot. Korean Journal of Plant Pathology 5(4): 349–353.
- Edwards, U., Rogall, T., Blocker, H., Emde, M. & Bottger, E. C. 1989. Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes. Characterization of a gene coding for 16S ribosomal RNA. Nucleic Acids Research 17: 7843–7853.
- El-Hendawy, H. H., Osman, M. E. & Ramadan, H. A. 2002. Pectic enzymes produced in vitro and in vivo by *Erwinia* spp. Isolated from carrot and pepper in Egypt. Journal of Phytopathology 150: 431–438
- Farrar, J. J., Nunez, J. J. & Davis, R. M. 2000. Influence of soil saturation and temperature on *Erwinia chrysanthemi* soft rot of carrot. Plant Disease 84: 665–668.
- Gardan, L., Gouy, C., Christen, R. & Samson, R. 2003. Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. nov., *Pectobacterium betavasculorum* sp. nov. and *Pectobacterium wasabiae* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 53: 381–391.
- Godfrey, S. A. C. & Marshall, J. W. 2002. Identification of cold-tolerant *Pseudomonas viridiflava* and *P. marginalis* causing severe carrot postharvest bacterial soft rot during refrigerated export from New Zealand Plant Pathology 51: 155–162.
- Hyman, L.J., Sullivan, L., Toth, I.K. & Perombelon, M.C.M. 2001. Modified crystal violet pectate medium (CVP) based on a new polypectate source (Slendid) for the detection and isolation of soft rot erwinias. Potato Research 44: 265–270.
- Jensen, M. A., Webster, J. A. & Straus, N. 1993. Rapid identification of bacteria on the basis of polymerase chain reaction-amplified ribosomal DNA spacer polymorphism. Applied and Environmental Microbiology 59: 945–952.

- Lee, Y. A., Chen, K. P. & Hsu, Y. W. 2006. Characterization of *Erwinia chrysanthemi*, the soft-rot pathogen of white-flowered calla lily, based on pathogenicity and PCR-RFLP and PFGE analyses. *Plant Pathology* 55: 530–536.
- Liao, C.-H. 1989. Analysis of pectate lyases produced by soft rot bacteria associated with spoilage of vegetables. *Applied and Environmental Microbiology* 55: 1677–1683.
- Porteus, L. A., Widmer, F. & Seidler, R. J. 2002. Multiple enzyme restriction fragment length polymorphism analysis for high resolution distinction of *Pseudomonas* (sensu stricto) 16S rRNA genes. *Journal of Microbiological Methods* 51: 337–348.
- Ramesh, C., Ram, K., Chand, R. & Kishun, R. 1989. Studies of soft rot of carrot. *Indian Phytopathology* 42: 137–139.
- Rodas, A.M., Ferrer, S. & Pardo, I. 2005. Polyphasic study of wine *Lactobacillus* strains: taxonomic implications. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55: 197–207.
- Snowdon, A. L. 1992. A colour atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol 2: Vegetables. Aylesbury: Wolfe Publishing. 416 s.
- Tekoriene, R., Lugauskas, A. & Vasinauskien, M. 2003. Bacteria of the *Pseudomonas migula* genus on stored vegetables. *Hortorum Cultus* 2: 153–160.
- Towner, D.B. & Beraha, L. 1976. Core-rot: a bacterial disease of carrots. *Plant Disease Reporter* 60: 357–359.
- Waleron, M., Waleron, K., Podhajska, A. J. & Lojkowska, E. 2002. Genotyping of bacteria belonging to the former *Erwinia* genus by PCR-RFLP analysis of a *recA* gene fragment. *Microbiology* 148: 583–595.

Porkkanoiden mikrobimäärät

Maarit Mäki¹⁾, Esa Wallius²⁾ ja Timo Pitkänen²⁾

¹⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Palveluyksikkö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

MTT Biotekniikka- ja elintarviketutkimuksessa tutkittiin viljelijöiden toimitamien (varastoporkkanoiden) ja vähittäiskaupasta ostettujen porkkanoiden mikrobiologista laatua. Varastoporkkanat saatiin MTT puutarhatuotannon tekemästä varastointikokeesta, joka on kuvattu aikaisemmin tässä raportissa. Terveistä porkkanoista otettuja näytteitä tutkittiin kahtena vuonna, joista ensimmäisenä määrittäminen tehtiin porkkanoiden kuorista ja toisena vuonna kokonaisista porkkanoista.

Pestyjen varastoporkkanoiden kokonaispesäkemäärien, psykrotrofisten mikrobien, koliformisten enterobakteerien ja enterobakteerimäärien välillä oli suuria eroja, mutta keskimäärin mikrobimäärät nousivat varastoinnin aikana vähän tai ei ollenkaan.

Vähittäiskaupan porkkanoista tutkittiin ensimmäisenä vuonna kolimuotoiset enterobakteerit ja toisena vuonna kokonaispesäkemäärä, hiiva- ja homemäärä ja enterobakteerimäärä. Mikrobimäärät nousivat merkitsevästi syksystä keväeseen.

Kauppaketjun aikana tapahtuvia muutoksia sekä lämpötilan vaikutusta porkkanan laatuun seurattiin pakkaamosta tukkukauppaan ja sieltä edelleen vähittäiskauppaan. Esimerkillä voitiin konkreettisesti osoittaa, että lämpötilan kohoaminen ja säilytysajan piteneminen lisäävät porkkanan mikrobimääriä.

Avainsanat: porkkana, varastointi, laatu, mikro-organismit, bakteerit, kokonaispesäkemäärä, enterobakteerit, kolimuotoiset enterobakteerit, hiiva, home

Johdanto

Mikrobien kasvu vähentää säilyvyyttä ja aiheuttaa muutoksia aistittavaan laatuun. Mikrobien kasvua tiedetään edistävän ravinteiden saanti, suotuisat kasvuolosuhteet kuten kosteus ja lämpötila, sekä alkukontaminaation määrä. Mikrobiologista laatua voidaan kuvata eri mikrobiryhmien esiintymisellä. Abadiaksen ym. (2008) mukaan kasviksissa kolimuotoiset bakteerien sekä hiivojen ja homeiden esiintyminen todennäköisesti johtuu raaka-aineesta tai prosessista peräisin olevasta kontaminaatiosta. Enterobakteereita esiintyy normaalisti runsaasti, joten fekaalisten mikrobien kuten *Escherichia colin* esiintyminen on parempi indikaattori kontaminaatiosta. Kontaminaatio ja mikrobien kasvu voidaan estää hyvillä tuotantotavoilla ja hygienialla sekä huolehtimalla kylmäketjun toimivuudesta (Gorny 2006, Hakala 2001). Mikrobien kasvua voidaan estää myös desinfektioaineilla, mutta tässä tutkimuksessa porkkanoita ei käsitelty kemiallisesti. Käsiteltyjen porkkanoiden (viipaloit, raastetut, ”baby-porkkanat”) merkittävin kontaminaatiolähde on porkkanan kuori, joka sisältää huomattavasti korkeampia mikrobimääriä kuin kuorittu porkkana (Delaquis 2006). Sellaisenaan syötäväksi tarkoitettujen, käsiteltyjen porkkanoiden käsittelymenetelmistä, pakkaamisesta ja säilyvyyden parantamisesta on julkaistu useita tutkimuksia. Kokonaisten porkkanoiden indikaattorimikrobien määristä ja niihin vaikuttavista tekijöistä on sen sijaan saatavilla vähän tietoa. Porkkanoiden varastointikokeissa on yleensä seurattu muita laatutekijöitä kuin mikrobimääriä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa porkkanoiden indikaattorimikrobien määriä korjuuhetkellä, talvella ja varastoinnin loppuvaiheessa keväällä.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa analysoitiin viljelijöiden toimittamien porkkanoiden eli varastoporkkanoiden ja vähittäiskaupan porkkanoiden mikrobimääriä kahdesta sadosta (v. 2005 ja 2006), sekä seurattiin kauppaketjun aikana tapahtuvia mikrobimäärien muutoksia. Varastoporkkanat saatiin MTT puutarhatuotannon tekemästä varastointikokeesta, joka on kuvattu aikaisemmin tämän raportin artikkelissa ”Varastotestien ja vähittäiskaupan porkkana-aineisto” samoin kuin vähittäiskaupan porkkanoiden näytteenotto.

Vuoden 2005 sadosta varastoporkkanoista otettiin näytteitä 26 kpl syksyllä, talvella ja keväällä. Porkkanat pestiin ennen näytteenottoa. Porkkanankuori-näytteitä otettiin 25 g ja niistä tehtiin laimennossarjat ¼ -Ringer-liuokseen. Näytteistä tutkittiin kokonaispesäkemäärä (PCA; inkubointi n. 25 °C, 5 d), psykrotrofiset mikrobit (PCA; 6,5 °C, 10 d), kolimuotoiset enterobakteerit (VRB; 30 °C 22 – 26 h), enterobakteerit (VRBG; 37 °C 22 - 26 h), *Esche-*

richia coli (alustava) (VRB; 44,5 °C 24h). Vähittäiskaupan porkkanoiden näytteenotto tapahtui samoin kuin edellä lukuun ottamatta että porkkanoita ei pesty ennen näytteenottoa. Kauppaporkkanoista tutkittiin ainoastaan kolimuotoiset enterobakteerit.

Vuoden 2006 sadon näytteenottoa muutettiin edellä kuvatusta siten, että porkkanoista otetut näytteet raastettiin, ja raasteesta punnittiin 25 g näyte. Näytteistä tutkittiin kokonaispesäkeluku (PCA; inkubointi 30 °C, 3 d), enterobakteerit (ks. ed.) sekä hiivat ja homeet (maljavalu YGC; n. 25 °C, 5 d). Hiivat ja homeet erotettiin pesäkkeiden ulkonäön perusteella. Vähittäiskaupan porkkanoiden näytteenotto tapahtui samalla tavalla kuin varastoporkkanoiden, mutta niitä ei pesty. Niistä tutkittiin samat mikrobit kuin varastoporkkanoista. Kauppaketjuseurannassa toteutettiin kolme koetta, joista kaksi todellisissa olosuhteissa pakkaamosta tukun kautta vähittäiskauppaan ja yksi simuloitu ketju BEL:n kylmävarastoissa. Kauppaketjussa seurattiin myös varastointilämpötilan vaikutusta mikrobimääriin.

Aineiston tilastolliset analyysit suoritettiin tämän raportin artikkelissa ”Porkkanan pilaajabakteerit” kuvatulla tavalla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

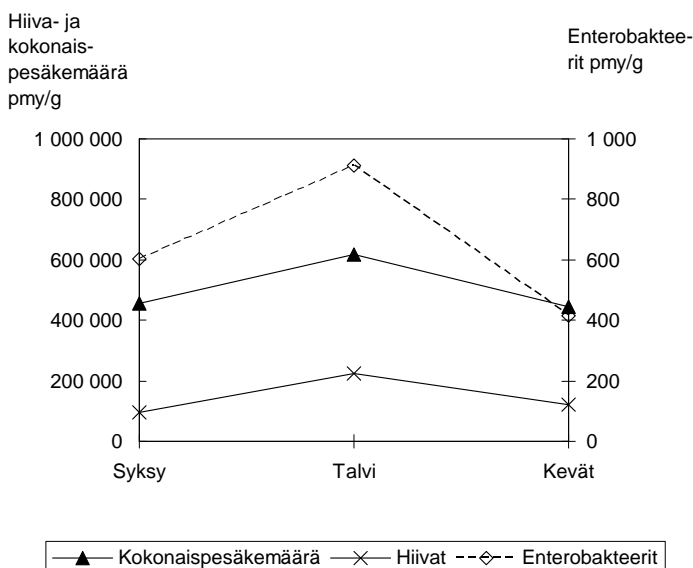
Varastoporkkanat

Vuoden 2005 sadon pestyjen porkkanoiden kuorissa todettiin hyvin vaihtelevia pesäkemääriä. Määrät olivat hiukan korkeampia kuin seuraavana vuonna tutkituissa kokonaisista porkkanoista tehdyissä määrittelyissä (taulukko 1).

Vuoden 2006 sadon varastoporkkanoiden mikrobimäärät (kuva 1) eivät muuttuneet merkittävästi varastoinnin aikana. Mikrobimäärät olivat hiukan korkeampia talvella kuin syksyllä ja keväällä otetuissa näytteissä. Hivenainneiden määrällä ei todettu olevan tilastollisesti merkittävää yhteyttä kokonaispesäkemääriin, mutta jotkin tulokset viittasivat negatiiviseen yhteyteen. Sinkkipitoisuuden kasvulla todettiin enterobakteerien kasvua edistävää yhteyttä, mutta kun poikkeavat havainnot poistettiin, vaikutus ei ollut enää tilastollisesti merkittävä. Kaliumilla, kalsiumilla ja kuparilla oli tilastollisesti merkittävä ja negatiivinen yhteys enterobakteerimääriin. Pitoisuuden kasvaessa enterobakteerimäärät pienenevät. Maaperän pH:n ja enterobakteerien välisen yhteyden todettiin olevan Laitilassa negatiivinen.

Taulukko 1. Varastoporkkanoiden vuoden 2005 sadon pesäkemäärien muutos, geometrinen keskiarvo (pmy/g).

Näytteenottoajankohta	Kolimuotoiset enterobakteerit	Enterobakteerit	Kokonaispesäkemäärä	Psykrotrofiset mikrobit
Syky	2 000	800	1 000 000	500 000
Talvi	6 300	2 000	2 000 000	1 200 000
Kevät	4 000	1 600	2 000 000	ei tutkittu



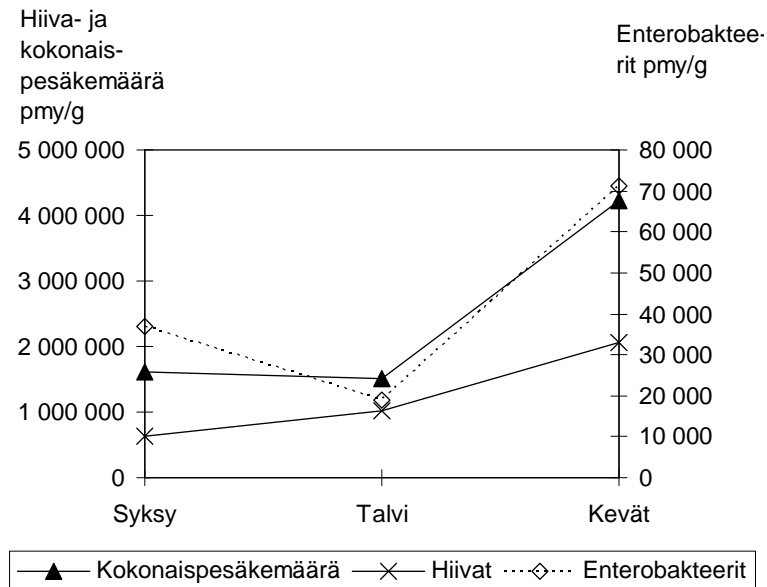
Kuva 1. Varastoporkkanoiden vuoden 2006 sato. Pesäkemäärien muutos tutkimuksen aikana.

Vähittäiskaupan porkkanat

Vuoden 2005 sadon vähittäiskaupan porkkanoiden ($n = 15$ /näytteenottoajankohta) kuorissa kolimuotoisten enterobakteerien määrät olivat talvella pienemmät kuin keväällä (1 000 000 ja 9 000 000 pmy/g, $P < 0,0001$).

Vuoden 2006 sadon kaupan porkkanoiden laatua tarkasteltiin tilastollisesti näytteenottoajankohdan (syky, kevät tai talvi), kaupan hyllyn lämpötilan, tautisuuden sekä myyntiajan suhteen. Kauppaporkkanoiden ($n = 15$ /näytteenottoajankohta) mikrobimäärät olivat korkeampia kuin varastoporkkanoiden, sillä porkkanoita ei pesty ennen analysointia. Kokonaispesäkemäärät (kuva 2) olivat keväällä hiukan korkeampia kuin syksyllä ja talvella ($P = 0,0043$ ja $P = 0,0023$, vastaavasti). Hiivojen määrä oli myös keväällä korkeampi kuin syksyllä ($P = 0,0022$). Enterobakteerimäärissä erot olivat

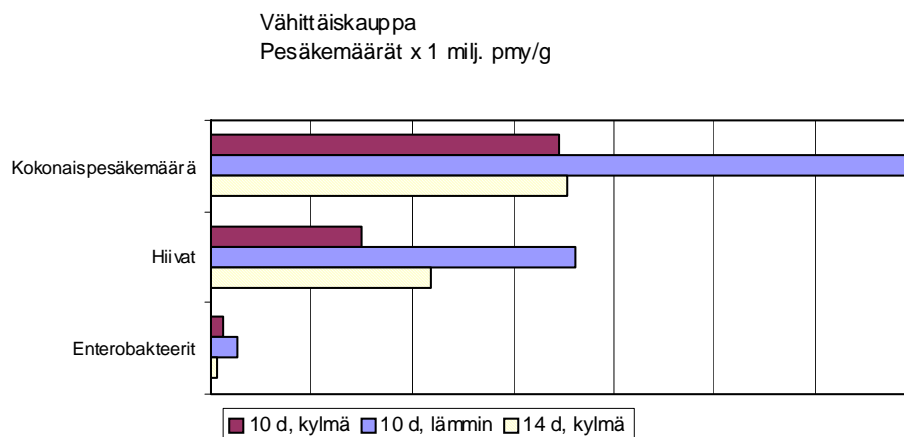
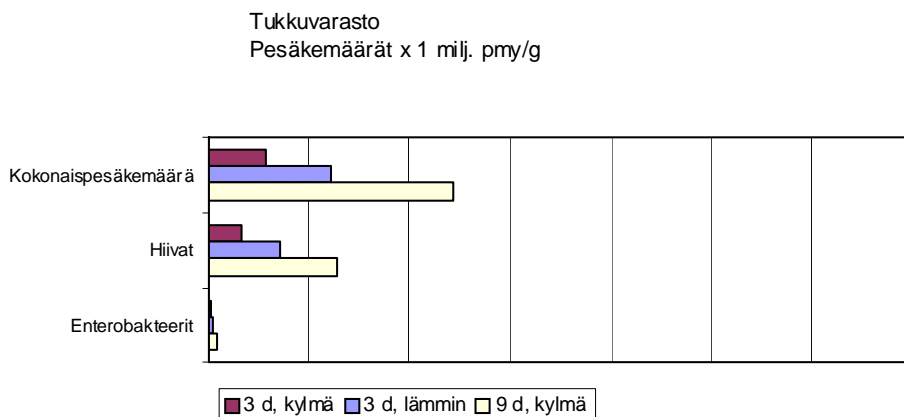
pienempiä ja keväällä määrät olivat merkitsevästi korkeammat ($P = 0,0132$) kuin talvella. Kaupan korkeampi lämpötila (yli 14 astetta) nosti merkitsevästi kokonaispesäkemääriä ($P = 0,0100$). Myyntiajan piteneminen (aika pakkauspäivästä näytteenottopäivään) lisäsi merkitsevästi kokonaispesäkemääriä, hiivamääriä ja enterobakteerimääriä ($P = 0,0025$, $P = 0,0436$ ja $P = 0,0302$, vastaavasti). Tautisuuden todettiin lisäävän enterobakteerimääriä ($P = 0,0373$) mallissa, jossa pussin ikä eli aika pakkauspäivästä näytteenottopäivään on mukana (osa havainnoista puuttuu). Koko aineistossa tautisuus oli lähes tilastollisesti merkitsevä tekijä ($P = 0,0657$). Homemäärät olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta alle määritysrajan (alle 1000 pmy/g).



Kuva 2. Vähittäiskaupan porkkanoiden vuoden 2006 sato. Pesäkemäärien muutos tutkimuksen aikana.

Kauppaketjuseuranta

Tilastollinen vertailu tehtiin tukku vs. vähittäiskauppa, lämmin vs. kylmä sekä lyhyt vs. pitkä varastointi (lähtötilanne ei ollut mukana vertailussa). Enterobakteerimäärissä ei ollut tilastollista eroa. Hiiva- ja kokonaispesäkemäärät nousivat tukkuvarastossa normaalilämpötilassa kun varastointia jatkettiin kolmesta 7 – 9 vuorokauteen ($P = 0,0153$ ja $P = 0,0077$, vastaavasti) (Kuva 3). Mikrobimäärät hiivojen ja kokonaispesäkemäärän osalta olivat vähittäiskaupassa korkeampia kuin tukussa ($P = 0,0010$ ja $P = 0,0450$, vastaavasti). Homemäärät olivat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta alle määritysrajan (alle 1000 pmy/g).



Kuva 3. Porkkanan kauppaketjuseuranta. Varastointiajan ja -lämpötilan vaikutus mikrobimääriin.

Yhteenveto

Tutkimustulosten perusteella indikaattorimikrobien määrät kylmässä varastoiduissa, multaisissa porkkanoissa, jotka pestiin ennen analysointia, pysyivät samalla tasolla tai nousivat hiukan varastoinnin aikana. Vähittäiskaupan porkkanoiden mikrobimäärät nousivat syksystä kevääseen. Kaupan korkeamman lämpötilan (yli 14 astetta) todettiin nostavan kokonaispesäkemäärää, ja myyntiajan pitenemisen kaikkien tutkittujen mikrobien määriä. Samansuuntaiset tulokset saatiin suppeammalla aineistolla tehdyssä kauppaketjun simulointikokeessa.

Tutkimustulokset antavat uutta tietoa indikaattorimikrobien määrien vaihte-
lusta ja yleisestä tasosta viranomaisia, kauppa- ja pakkaajia ja tuot-
tajia varten. Hyvästä hygieniasta huolehtiminen samoin kuin kylmäketjun
säilyminen varmistavat porkkanoiden hyvän mikrobiologisen laadun. Pork-
kanan riittävän kylmä varastointilämpötila ja nopea kierto kaupassa varmis-
tavat kuluttajille hyvälaatuisten, kotimaisten porkkanoiden saannin.

Lisää tutkimusta tarvitaan säilyvyyden parantamiseksi, mm. parantamalla
pakkaustekniikkaa pakkausmateriaalien valinnan ja suojaasupakkaamisen
avulla, jotka yhdessä alhaisen varastointilämpötilan kanssa voivat hidastaa
porkkanoiden biokemiallista ja fysiologista aktiivisuutta. Yhdistettä, joilla
saattaa olla mikrobien kasvua estävää tehoa, esiintyy myös porkkanoissa,
mutta niiden vaikutusta ei tunneta. Pakatun ja varastoidun porkkanan säily-
vyyden parantamisesta biologisten ja kemiallisten käsittelyiden avulla tarvi-
taan myös lisää tietoa.

Kirjallisuus

- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C. & Viñas, I. 2008. Microbi-
ological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and
sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbi-
ology* 123:121–129.
- Delaquis, P. 2006. Fresh-cut vegetables. Teoksessa: Sapers, G. ym. (toim.).
Microbiology of fruits and vegetables. Boca Raton, FL, USA: Taylor &
Francis Group. s. 253–265.
- Gorny, J. 2006. Microbial contamination of fresh fruits and vegetables. Teok-
sessa: Sapers, G. ym. (toim.). *Microbiology of fruits and vegetables*. Boca
Raton, FL, USA: Taylor & Francis Group. s. 3–32.
- Hakala, L-L. 2001. Kasvisten prosessointihygienia ja mikrobiologinen turvalli-
suus. Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos. Pro
gradu-tutkielma. 89 s.
- Workneh, T.S., Osthoff, G. & Steyn, M.S. 2001. Effect of modified atmos-
phere packaging on microbiological, physiological and chemical qualities of
stored carrot. *The Journal of Food Technology in Africa* 6(4): 138–143.

Porkkanan mikrobiologinen turvallisuus

Marjaana Hakkinen, Suvi Kuutti, Kaisa Aro, Leila Rantala ja Tuula Johansson

Evira, Tutkimus- ja analytiikkaosasto, Mikrobiologian tutkimusyksikkö, Mustialankatu 3, 00790 Helsinki, etunimi.sukunimi@evira.fi

Tiivistelmä

Porkkanaraaste on ollut 2000-luvulla välittäjänä yhteensä neljässä kouluruokailun kautta levinneessä *Yersinia pseudotuberculosis* -epidemiassa. *Y. pseudotuberculosis*, osa *Y. enterocolitica* -kannoista ja *Listeria monocytogenes* ovat ihmiselle patogeenisia ympäristöbakteereja, jotka pystyvät lisääntymään kylmässä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää näiden bakteerien yleisyyttä porkkanoissa, säilymistä ja lisääntymistä varastointikauden aikana sekä kontaminaatioreittejä.

Syksyllä 2005 varastoitiin 26 porkkanaerää, joista tutkittiin näytteet noston jälkeen, keskitalvella ja keväällä. Syksyllä 2006 varastoitiin 24 porkkanaerää, joista tutkittiin näytteet noston jälkeen ja varastointikauden lopussa. Yhteensä näytteitä oli 127. Lisäksi tutkittiin 96 vähittäiskaupan porkkananäytettä.

Bakteerien osoittamismenetelmät olivat ISO 10273:2003, muunnos (*Y. enterocolitica*), Evira 3503 (*Y. pseudotuberculosis*) ja ISO 11290-1:1996, muunnos (*L. monocytogenes*). *Yersinia*-bakteerien virulenssiplasmidin toteamiseen käytettiin PCR-menetelmää. *Yersinia*-bakteerien genotyyppien vertailua varten pystytettiin pulssikenttägeelielektroforeesimenetelmä (PFGE).

Tutkituista näytteistä ei todettu *Y. pseudotuberculosis* -bakteeria eikä patogeenisia *Y. enterocolitica* -bakteereja. Ei-patogeenisia *Y. enterocolitica* -biotyyppejä todettiin yleisesti erityisesti vähittäiskaupan näytteissä. *L. monocytogenes* todettiin yhdessä vähittäiskaupan porkkananäytteessä, jossa sen pitoisuus oli alle 10 pmy/g.

Tulosten perusteella porkkanoiden mikrobiologista turvallisuutta voidaan pitää hyvänä. Tutkimus ei antanut vastausta siihen, voiko *Y. pseudotuberculosis* lisääntyä porkkanoissa kylmävarastoinnin aikana. Porkkanoiden pesu ja kuoriminen ennen käyttöä on suositeltavaa, vaikka tutkimuksen perusteella patogeenisien bakteerien esiintyminen kotimaisissa porkkanoissa on harvinaista.

Avainsanat: porkkana, mikro-organismit, bakteerit, varastointi, taudinaiheuttajat, Yersinia pseudotuberculosis, Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes, virulenssiplasmidi, PCR, PFGE

Johdanto

Viime vuosina kotimainen porkkana on ollut esillä ruokamyrkytys-epidemioiden yhteydessä. Vuosina 2003, 2004 ja 2006 porkkanaraaste oli välittäjänä yhteensä neljässä *Yersinia pseudotuberculosis* -epidemiassa, jotka levisivät kouluruokailun kautta (Hatakka ym. 2003; Niskanen ym. 2005; Niskanen ym. 2007).

Yersinia -suvun bakteerit ovat yleisiä ympäristöbakteereja, joita esiintyy maaperässä, vedessä ja eläinten suolistossa. Ihmiselle patogeenisia lajeja ovat *Y. pseudotuberculosis* ja *Y. enterocolitica*. Elintarvikkeisiin joutuessaan ne ovat ongelmallisia, sillä ne pystyvät lisääntymään jääkaappilämpötilassa. *Y. enterocolitica* -lajiin kuuluu taudinaiheuttajien lisäksi myös ei-patogeenisia niin kutsuttuja ympäristökantoja. Yersinioiden aiheuttamia suolistoinfektioita raportoidaan Suomessa vuosittain noin 700, joista suurin osa on yksittäisiä tapauksia. Yleisin aiheuttaja on *Y. enterocolitica* biotyypin 4, serotyypin O:3, jonka merkittävimpänä lähteenä pidetään raakaa tai riittämättömästi kypsennettyä sianlihaa. Sen sijaan *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin tärkeimpänä lähteenä pidetään kasviksia. (Bottone ym. 2005; Kansanterveyslaitos 2005; Robins-Browne 2001; Tauxe ym. 1987).

Myös *Listeria monocytogenes* pystyy lisääntymään kylmässä. Sitä esiintyy maassa, vedessä, kasveissa ja eläimissä. Se voi aiheuttaa suurina pitoisuuksina ruokamyrkytyksen terveille aikuisille. Pieninäkin pitoisuuksina se voi aiheuttaa vakavia infektiota riskiryhmiin kuuluville kuten immuunipuutteisille, vastasyntyneille ja vanhuksille ja keskenmenon raskaana oleville. Suomessa raportoidaan vuosittain 30-50 listerioositapausta, jotka yleensä ovat yksittäisiä eikä niiden lähdettä yleensä pystytä selvittämään. Riskielintarvikkeita ovat tyhjiöpakatut kalatuotteet ja maito, pastöroiden maito ja siitä valmistetut juustot, home- ja tuorejuustot sekä pateet. *L. monocytogenes* -bakteereita esiintyy myös pakastetuissa kasviksissa. (Farber & Peterkin 1991; Kansanterveyslaitos 2005)

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica* ja *L. monocytogenes* -bakteerien yleisyyttä porkkanoissa, niiden säilymistä ja mahdollista lisääntymistä varastointikauden aikana sekä selvittää niiden kontaminaatioreittejä.

Aineisto ja menetelmät

Syksyllä 2005 otettiin 18 tilalta yhteensä 26 porkkanaerää, joista tutkittiin näytteet heti noston jälkeen, keskitalvella ja keväällä. Syksyllä 2006 otettiin 17 tilalta yhteensä 24 porkkanaerää, joista tutkittiin näytteet heti noston jälkeen ja varastointikauden lopussa. Lisäksi otettiin porkkananäytteitä vähit-

täiskaupoista keväällä ja syksyllä 2005 ja syksyllä 2006 sekä keväällä 2007. Tilojen porkkanoista tutkittiin yhteensä 127 näytettä ja vähittäiskaupan porkkanoista 96 näytettä. Näytteistä tehdyt tutkimukset ja näytemäärät on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Näytteet ja niistä tutkitut bakteerit.

Näytteen alkuperä	Näytteenotto-ajankohta, kk/v	Tutkittujen lukumäärä	näytteiden	Tutkimukset
Tila	10/2005	26	}	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
Tila	1/2006	26		
Tila	3/2006	26		
Kauppa	4/2005	20		
Kauppa	12/2005	15		
Kauppa	4/2006	16		
Tila	10/2006	24	}	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
Tila	3/2007	25		
Kauppa	1/2007	15		
Kauppa	2/2007	15		
Kauppa	4/2007	15		
Yhteensä		223		

Patogeeniset bakteerit tutkittiin porkkanankuorista, koska oletettiin mullasta tai eläinten ulosteista peräisin olevien bakteerien jäävän porkkanoiden pintaan. Kuorien lisäksi otettiin keväällä 2007 *Y. pseudotuberculosis* -tutkimukseen pilaantuneita kohtia kahdeksasta porkkanaerästä. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät on esitetty taulukossa 2. Patogeenisten bakteerien osoittamisessa näytemäärä oli 25 g. *Yersinia*-kantojen virulenssiplasmidin toteamiseen käytettiin PCR-menetelmää. *Yersinia*-kantojen genotyyppien vertailuun ja kontaminaatioreittien selvittämiseen valittiin pulssikenttägeelielektroforeesi (PFGE) menetelmä.

Tulokset

Yhdessäkään tutkituista näytteistä (n= 223) ei todettu *Y. pseudotuberculosis* -bakteeria. *L. monocytogenes* todettiin yhdessä, joulukuussa 2005 otetussa vähittäiskaupan porkkananäytteessä. Näytteistä ei myöskään todettu yhtään patogeenista *Y. enterocolitica* -bakteeria. Ei-patogeenisia *Y. enterocolitica* -kantoja sen sijaan todettiin näytteistä yleisesti (Taulukko 3). Eristetyt *Y. enterocolitica* -kannat olivat biotyyppejä 3 tai 1a, lukuun ottamatta yhtä biotyypin 5 kantaa. PCR-tutkimuksessa yhdelläkään kannoista ei todettu virulenssi-

plasmidia eikä patogeenisten kantojen kromosomissa esiintyvää ail-geeniä. Yersinia-otokset ovat taudinaiheuttamiskykyisiä vain silloin, kun niillä on sekä kromosomaalinen virulenssitekijä että virulenssiplasmidi. Genotyypitystä ei tehty, koska todetut *Y. enterocolitica* -kannat eivät olleet virulenssitutkimusten mukaan patogeenisiä.

Taulukko 2. Patogeenisten bakteerien tutkimusmenetelmät.

Tutkittava bakteeri	Menetelmä
<i>Yersinia enterocolitica</i>	ISO 10273:2003 Microbiology – General guidance for the detection of presumptive pathogenic <i>Yersinia enterocolitica</i> , muunnos
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Evira 3503, <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> -bakteerin osoittaminen elintarvikkeesta http://www.evira.fi/attachments/elaintauti_ja_elintarviketutkimus/mbi_ohjeet/evira3503_v1_yersinia.pdf
<i>Yersinia</i> -bakteerien virulenssigeenit	Evira 3524, <i>Yersinia enterocolitica</i> ja <i>Y. pseudotuberculosis</i> -bakteerien <i>ail</i> -, <i>inv</i> - ja <i>virF</i> -geenien osoittaminen multiplex-PCR-menetelmällä
<i>Listeria monocytogenes</i>	ISO 11290-1:1996, Amendment 1:2004. Horizontal methods for the detection and enumeration of <i>Listeria monocytogenes</i> - Part 1: Detection method, muunnos
<i>Listeria monocytogenes</i>	ISO 11290-2:1998, Amendment 1:2004. Horizontal methods for the detection and enumeration of <i>Listeria monocytogenes</i> - Part 2: Enumeration method, muunnos
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Evira 3554, <i>Yersinia enterocolitica</i> -kantojen genotyypittäminen pulssikenttägeelielektroforeesi PFGE-menetelmällä.
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Evira 3553, <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> -kantojen genotyypittäminen pulssikenttägeelielektroforeesi PFGE-menetelmällä.

Taulukko 3. *Yersinia enterocolitica* -bakteerin esiintyminen porkkananäytteissä.

Näytteen alkuperä	Näytteenotto-ajankohta, kk/v	Tutkittujen näytteiden lukumäärä	Positiiviset näytteet, lukumäärä ja osuus
Tila	10/2005	26	13 (50 %)
Tila	1/2006	26	13 (50 %)
Tila	3/2006	26	13 (50 %)
Kauppa	4/2005	20	16 (80 %)
Kauppa	12/2005	16	15 (94 %)
Kauppa	4/2006	15	14 (93 %)

Y. pseudotuberculosis ja *Y. enterocolitica* -bakteereille ei ole saatavilla kansainvälistä standardoitua PFGE-menetelmää. Evira ja Kansanterveyslaitos pystyttivät yhteisen menetelmän ja harmonisoivat tarvittavat ajo- ja analysointiparametrit genotyyppien vertailun mahdollistamiseksi. Menetelmän pystyttämiseen käytettiin samoja kantoja laitosten kantakokoelmista.

Tulosten tarkastelu

Kahden varastointikauden aikana toteutetun tutkimuksen tulosten perusteella porkkanoiden mikrobiologista turvallisuutta voidaan pitää hyvänä. *Y. pseudotuberculosis* on kuitenkin lähivuosina aiheuttanut muutamia laajoja epidemioita, joissa välittäjäelintarvikkeeksi on pystytty jäljittämään talven yli varastoidut porkkanat. Tämä tutkimus ei antanut vastausta siihen, voiko *Y. pseudotuberculosis* lisääntyä porkkanoissa kylmävarastoinnin aikana ja aiheuttaa sairastumisriskin, jos edellisen syksyn porkkanasatoa käytetään ravinnoksi vielä myöhään keväällä.

Tässä tutkimuksessa käytetyn *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin osoitusmenetelmän toteamisraja on noin 100 pmy/25 g. Jos porkkanoissa on ollut bakteeria tätä pienempiä määriä, niitä ei ole voitu todeta. *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin osoittamiseen ei ole olemassa standardimenetelmää. Porkkanoissa runsaana esiintyvä *Y. enterocolitica*, muut yersiniat tai muu mikrobisto voivat haitata *Y. pseudotuberculosis* -bakteerin toteamista. Kylmärikastus suosii yersinioita muiden mikrobien kustannuksella, mutta jos näytteessä on runsaasti muita yersinioita, *Y. pseudotuberculosis* on muita hidaskasvuisempaan huono kilpailija.

Tilan olosuhteet, kuten porkkanapeltojen sijainti, luonnoneläinten liikkuminen sekä kasteluveden laatu voivat vaikuttaa porkkanoiden ja muiden vihannesten *Y. pseudotuberculosis* -kontaminaatioon. Tutkimuksessa varastointiolosuhteet olivat optimaaliset, mutta tiloilla ne voivat vaihdella ja pikkujyrstöjen ja muiden pikkunisäkkäiden pääsy varastoon voi olla mahdollista. Vuoden 2004 *Y. pseudotuberculosis* -epidemian selvityksen yhteydessä potilaista eristetyn bakteerikannan kanssa identtinen kanta eristettiin päästäisistä.

Päästäiset pyydystettiin samalta tilalta, josta saastunut porkkanaerä oli peräisin.

Y. enterocolitica -bakteeria esiintyi erityisen yleisesti vähittäiskaupasta otetuissa porkkananäytteissä. Biotyypityksen ja PCR-tutkimuksen perusteella niitä ei kuitenkaan voida pitää patogeenisina. Lienee mahdollista, että porkkanoiden säilytyslämpötila on ollut korkeampi kuin varastointikokeessa ja se on edistänyt bakteerin säilymistä ja lisääntymistä. Toisaalta ainakin osa vähittäiskaupan näytteistä oli peräisin muilta kuin tutkimuksessa mukana olleilta tiloilta ja tilakohtainen vaihtelu voi selittää tulosta.

L. monocytogenes -bakteerin raja-arvo sellaisenaan syötävälle elintarvikkeille on 100 pmy/g (Komission asetus EY 2073/2005). Tässä tutkimuksessa todetussa yhdessä positiivisessa näytteessä bakteeripitoisuus oli < 10 pmy/g. Pitoisuus on pieni ja näytteenä tutkittiin porkkanankuorta. Porkkanoiden pesu ja kuoriminen ennen käyttöä on suositeltavaa, vaikka tutkimuksen perusteella patogeenisten bakteerien esiintyminen kotimaisissa porkkanoissa on harvinaista.

Kirjallisuus

- Bottone, E., Bercovier, H. & Mollaret, H. H. 2005. Genus XLI. *Yersinia*. Teoksessa: Brenner, D.J., Krieg, N.R. & Staley, J.G. (toim.). *Bergey's manual of systematic bacteriology*. 2nd Edition, Volume 2, Part B. USA: Springer. s. 838–848.
- Farber, J.M. & Peterkin, P.I. 1991. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological Reviews* 55(3): 476–511.
- Hatakka, M., Johansson, T., Kuusi, M., Maijala, R., Pakkala, P. & Siitonen, A. 2003. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2003. *Elintarvikeviraston julkaisuja* 7/2004, Helsinki: Elintarvikevirasto. 42 s.
- Kansanterveyslaitos. 2005. Tartuntataudit Suomessa 1995–2004. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja* KTL B12/2005, Helsinki: Kansanterveyslaitos. 76 s.
- Niskanen, T., Johansson, T., Kuusi, M., Tuominen, P., Pakkala, P. & Siitonen, A. 2005. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2004. *Elintarvikeviraston julkaisuja* 6/2005. Helsinki: Elintarvikevirasto. 46 s.
- Niskanen, T., Johansson, T., Siitonen, A. & Kuusi, M. 2007. Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2006. *Eviran julkaisuja* 21/2007. Helsinki: Evira. 62 s.

Robins-Browne, R.M. 2001. *Yersinia enterocolitica*. Teoksessa: Doyle, M. (toim.). Food microbiology, fundamentals and frontiers. 2nd Edition. Washington D.C: ASM Press. s. 215–245.

Tauxe, R.V., Vandepitte, J., Wauters, G., Martin, S.M., Goossens, V., De Mol, P., Van Noyen, R. & Thiers, G. 1987. *Yersinia enterocolitica* infections and Pork: the missing Link. Lancet 1: 1129–1132.

Porkkanan aistittava laatu

Tuomo Tupasela¹⁾ ja Esa Wallius²⁾

¹⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾ MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Palveluyksikkö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

MTT:n Biotekniikka- ja elintarviketutkimuksessa on tutkittu porkkanoiden aistinvaraista laatua porkkananäyte-eristä sato- ja varastokausilta 2005–2006 ja 2006–2007. Aistinvarainen arviointi tehtiin noston jälkeen ja kaksi kertaa varastointikauden aikana (talvella ja keväällä) sekä kaupasta kerätyistä näytteistä syksyn, talven ja kevään aikana. Kauppaketjulle tehtiin myös simulaatiota eri lämpötilojen ja aikojen suhteen.

Aistinvaraisessa arvostelussa on käytetty kuvailevaa analyysimenetelmää (DQA). Porkkananäytteistä on arvioitu pinta- ja sisäkarvautta, värin tasaisuutta, mehukkuutta, makeutta, naatinmakua, kovuutta, pehmeyttä ja mieltymystä, käyttäen sovellettua Karlsruhen asteikkoa.

Porkkanan aistittava laatu heikkeni varastokauden aikana, varsinkin keväällä. Tutkimuksessa kävi myös ilmi, että aistittavan laadun varmistamiseksi pellon ravinnetasojen on oltava kunnossa. Porkkanan laatu ei myöskään kauppaketjussa parane, joten sen on oltava kunnossa jo tilalta lähtiessään. Lämpötilojen hallinta on ensiarvoisen tärkeää porkkanan aistinvaraisen laadun kannalta. Myös lämpötilojen on oltava hallinnassa tilalla, tukussa ja tiskillä.

Avainsanat: porkkana, aistinvarainen arviointi, makuvirheet, laatu, varastointi, kauppa

Johdanto

Aistinvaraisen tutkimusosion tarkoitus oli selvittää miten porkkanan aistinvaraiset ominaisuudet säilyvät/muuttuvat varastoinnin aikana. Porkkanan aistinvaraista laatua on tutkittu aiemminkin MTT:ssä (Suojala 2000) ja tämän nyt toteutetun porkkanahankkeen aistinvaraiset menetelmät ja arvioijat on pitkälti samoja mitä käytettiin Suojalan tutkimuksissa. Kotimaisen porkkanan aistinvaraisen laadun tiedettiin säilyvän syksystä keskitalveen asti, mutta keväällä on esiintynyt aistinvaraisessa laadussa suuriakin poikkeamia ja ongelmia. Nyt tehdyn tutkimushankkeen toivottiin selvittävän mistä laatuongelmat keväisin johtuvat. Aistinvaraiset tutkimustulokset yhdessä muiden tutkimustulosten kanssa antanevat porkkananviljelijöille tietoa ja keinoja tuottaa markkinoille aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan entistä parempaa ja tasalaatua porkkanaa koko kauden. Tutkittu aineisto sisältää kahden satokauden aineiston 2005 ja 2006. Kahden eri satokauden säävaihtelut antavat oman vaihtelunsa myös aistinvaraisiin tuloksiin.

Aineisto ja menetelmät

MTT:n Biotekniikka- ja elintarviketutkimuksessa tarkasteltiin porkkanoiden aistinvaraisia ominaisuuksia porkkananäyte-eristä noston jälkeen ja kaksi kertaa varastointikauden aikana, kaupasta kerättyjä näytteitä syksyn, talven ja kevään aikana ja kauppaketjunäytteitä huhti-toukokuun aikana. Tutkimus tehtiin vuosien 2005-2007 aikana (kaksi satokautta).

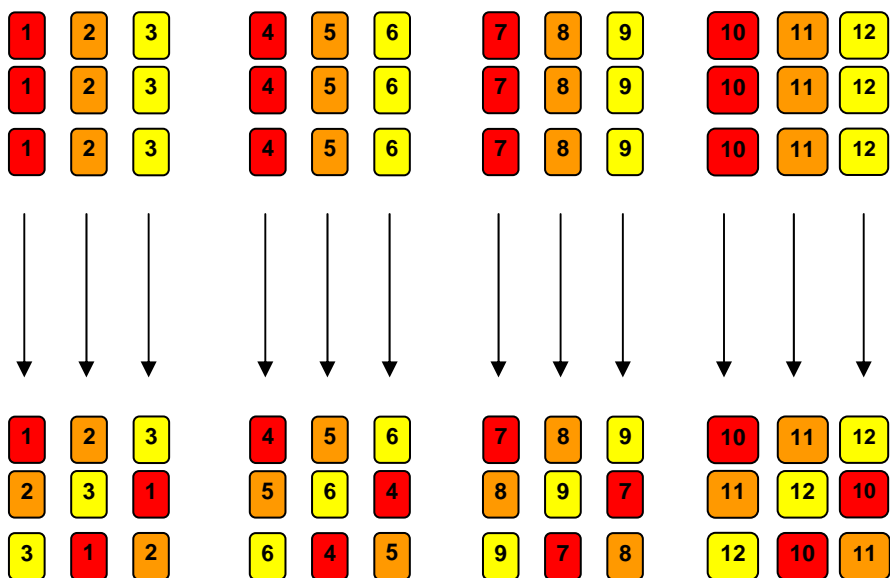
Aistinvaraisessa arvostelussa on käytetty kuvailevaa analyysimenetelmää (DQA) (Tuorila & Appelbye 1993). Porkkananäytteistä on arvioitu pinta- ja sisäkarvautta, värin tasaisuutta, mehukkuutta, makeutta, naatinmakua, kovuutta, pehmeyttä ja mieltymystä, käyttäen sovellettua Karlsruhen asteikkoa, asteikolla 1-9 (Suojala 2000, Tupasela 2005). Porkkanaerien näytteitä on ollut arvostelemassa noin kymmenen arvostelijaa kertaa kohti. Arvostelijoita koulutettiin jokaisella kaudella 3 porkkanan arviointiin ennen arviointien alkua. Porkkanat pestiin ennen arvostelua ja arvioijat kuorivat porkkanat annettujen ohjeiden mukaan. Ohessa on kuva 1 porkkananäytteiden jaosta arvostelijoille. Jokainen porkkana jaettiin kolmeen osaan ja jokaisen arvostelijan porkkananäyte koostui siis kolmesta saman erän eri porkkanasta.

Selittäjien yhteyttä porkkanoiden aistinvaraisiin ominaisuuksiin tarkasteltiin yleisiä lineaarisia sekamalleja (mixed models) käyttäen. Malleissa huomioitiin aineiston keruutapa ja toistomittausasetelma. Varasto- ja vähittäiskaupaporkkanoissa varastointikaudet analysoitiin erikseen ja lisäksi varastoporkkanoissa ajankohdat varastointikauden sisällä (syksy, talvi, kevät) analysoitiin erikseen. Mallituksen yhteydessä jäännöksen normaali jakauma- ja vakiovarianssisuusoletusta tarkasteltiin ja poikkeamiin oletuksista reagoitiin.

Yksittäisten havaintojen vaikuttavuutta kokeiltiin sovittamalla malli ilman vaikuttavaksi epäiltyä havaintoa. Tilastolliset mallit sovitettiin SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

PORKKANOIDEN JAKO LAUTASILLE

Porkkananäyte (12 kpl):



Kuva 1. Porkkananäytteiden jako arvostelijoille.

Varastoporkkanoissa selittäjinä olivat alue (Forssa, Laitila), lajike (Maestro, muut), maalaji (kivennäismaat, muut), vuosia edellisestä porkkanan viljelystä (1=1 vuosi, 2=vähintään 2 vuotta), tautisten prosenttiosuus sekä ravinnemääritysten mittaukset, mm. viljelymaan kivennäis- ja hivenainetasot (johtoluku, pH, boori, fosfori, kalsium, magnesium, kalium, rikki, kupari, mangaani, sinkki ja liukoinen typpi). Aluksi mallissa oli alueen päävaikutus. Tähän malliin lisättiin yksi kerrallaan muita selittäjiä ja yksittäisen selittäjän yhdysvaikutus alueen kanssa. Jos selittäjällä oli tilastollisesti merkitsevä päävaikutus, se raportoitiin. Arvioitsijoiden vaikutus oli malleissa mukana satunnaisena tekijänä.

Vähittäiskaupan porkkanoissa selittäjinä olivat näytteenottoajankohta (syksy, talvi, kevät), kaupan varastointilämpötila (lämmin, viileä), tautisten porkkanoiden osuus ja seutu (Forssa, Turku). Lisäksi varastointikaudella 2006-2007 testattiin, onko etyleeninlähteen läheisyydellä vaikutusta. Samasta vähittäiskaupasta peräisin olleiden porkkanoiden eri ajankohtien mittauksien välistä riippuvuutta kuvaamaan käytettiin Compound symmetry (CS)-kovarianssirakennetta. CS-rakenne olettaa yhtäsuuret varianssit eri mittausajankohdille. Ensimmäisessä vaiheessa sovitettiin malli, jossa oli kaikkien

selittäjien päävaikutukset sekä kahden ja kolmen selittäjän yhdysvaikutuksia. Tästä mallia yksinkertaistettiin niin, että jäljelle jäivät vain ajankohta ja tilastollisesti merkitsevät selittäjien pää- ja yhdysvaikutukset. Arvioitsijoiden vaikutus oli malleissa mukana satunnaisena tekijänä.

Kauppaketjun porkkanoissa selittäjinä olivat paikka (tukku, vähittäiskauppa) ja käsittely (lämpötilan ja varastoinnin keston kombinaatiot: 1) normaali lämpötila ja lyhyt säilytysaika, 2) lämmin lämpötila ja lyhyt säilytysaika ja 3) normaali lämpötila ja pitkä säilytysaika) sekä paikan ja käsittelyn yhdysvaikutus. Lisäksi satunnaisina tekijöinä mallissa olivat erä (syksy 2006, kevät 2007 ja simulointi keväällä 2007) sekä arvioitsijat. Aineisto analysoitiin osaruutukokeena.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ohessa on esitetty aistinvaraisen arvostelun keskeiset tulokset syksyn 2005 ja kevään 2006 sekä syksyn 2006 ja kevään 2007 välisiltä ajoilta.

Varastokoeporkkanat syksyllä 2005/2006, talvella 2006/2007 ja keväällä 2006/2007

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että varastokoeporkkanat säilyivät aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan melko tasalaatuisina koko varastokauden. Varastokauden lopulla oli kyllä havaittavissa selvää heikkenemistä tiettyjen laatuominaisuuksien suhteen. Väriin tasaisuus pysyi vakiona koko varastokauden. Mehukkuus ja makeus vähenivät varastoinnin aikana. Sisä- ja pintakarvaus saattoivat lisääntyä varastoinnin aikana. Naatinmakuun varastoinnilla ei oletettavasti vaikutusta. ”Naksahtavuus” väheni varastokauden aikana ja kumimaisuus lisääntyi varastokauden aikana. Pitäminen väheni varastokauden aikana.

Tulosten analysointi

Taulukon 1 tulokset pohjautuvat aineistosta tehtyyn tilastolliseen analyysiin. Tilastolliset analyysit tehtiin MTT:n palveluyksikössä. Tilastollisessa analyysissä käytettiin yleisiä lineaarisia sekamalleja (mixed models). Havaitut merkitsevyystasot eli p-arvot, jotka olivat pienempiä kuin 0,05, tulkittiin tilastollisesti merkitseviksi. Raja-arvoja ei kaikille tuloksille voida antaa, vaan tulokset ovat suuntaa antavia. Ohessa on ilmoitettu missä raja-arvoissa liikuttiin vuosina 2005 ja 2006.

Taulukko 1. Eri tekijöiden vaikutukset varastokoe porkkanan aistittavaan laatuun kausilla 2005–2006 ja 2006–2007. Syksyn porkkanat analysoitu noston jälkeen, talven ja kevään porkkananäytteet otettu varastosta.

Tekijä	Aika	Aistinvarainen havainto
Johtoluku	2005 syksy	Johtoluvun kasvu lisäsi värin tasaisuutta
	2005–2006 talvi	Johtoluvun kasvu lisäsi värin tasaisuutta
	2006–2007 talvi	Johtoluvun kasvu lisäsi mehukkuutta
Lajike	2005 syksy	Muilla lajikkeilla parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla Maestrolla oli suurempi mehukkuus kuin muilla lajikkeilla
	2005–2006 talvi	Muilla lajikkeilla parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla
	2006 kevät	Muilla lajikkeilla parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla
Maalaji	2006–2007 talvi	Muilla maalajeilla suurempi mehukkuus kuin kivennäismaalla
	2007 kevät	Kivennäismaalla pintakarvaus pienempi kuin muilla maalajeilla
pH	2007 kevät	pH:n kasvu vähensi porkkanoista pitämistä pH:n kasvu vähensi värin tasaisuutta pH:n kasvu vähensi mehukkuutta
Porkkanan tautisuus	2005–2006 talvi	Värin tasaisuus väheni tautisten määrän kasvaessa
	2006–2007 talvi	Pintakarvaus lisääntyi tautisten määrän kasvaessa Porkkanoista pitäminen väheni tautisten määrän kasvaessa Värin tasaisuus väheni tautisten määrän kasvaessa
	2007 kevät	Porkkanoista pitäminen väheni tautisten määrän kasvaessa Värin tasaisuus väheni tautisten määrän kasvaessa
Boori	2006 syksy	Boorin kasvu lisäsi porkkanasta pitämistä Boorin kasvu lisäsi värin tasaisuutta
	2006–2007 talvi	Boorin kasvu vähensi pintakarvautta Boorin kasvu lisäsi porkkanasta pitämistä Boorin kasvu lisäsi mehukkuutta
Fosfori	2006–2007 talvi	Fosforin kasvu vähensi porkkanasta pitämistä
Kalsium	2005 syksy	Kalsiumin kasvu lisäsi värin tasaisuutta
	2006 syksy	Kalsiumin kasvu lisäsi värin tasaisuutta
Magnesium	2005 syksy	Magnesiumin kasvu lisäsi värin tasaisuutta
	2006–2007 talvi	Magnesiumin kasvu lisäsi porkkanasta pitämistä Magnesiumin kasvu lisäsi mehukkuutta

Johtoluku

Johtoluvun (yksikkö 10 x mS/cm) kasvu lisäsi tilastollisesti merkitsevästi syksyllä 2005 ja talvella 2005-2006 porkkanan värin tasaisuutta. Talvella

2006-2007 johtokyvyn kasvu lisäsi porkkanan mehukkuutta. Raja-arvot olivat 0,9 – 6,7 10 x mS/cm.

Lajike

Porkkanoiden lajikevertailussa keskenään tuottaa ongelmia lajikkeiden pienet näytemäärät. Ainoastaan Maestroa oli runsaasti ja se oli valtalajike kummallakin kaudella. Varastokausi 2005-2006 (Maestro 17 kpl, Nanda 1 kpl, Nelix 2 kpl, Nerac 5 kpl, Nottingham 1 kpl, Panther 1 kpl) ja varastokausi 2006-2007 (Maestro 17 kpl, Nanda 1 kpl, Nerac 3 kpl, Nottingham 1 kpl, Panther 1 kpl, Navarino 1 kpl).

Tilastollisessa analyysissä vertailtiinkin Maestroa muihin lajikkeisiin ja tulokset olivat seuraavat: 2005 syksyllä muilla lajikkeilla oli parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla, kun taas Maestro oli mehukkaampi kuin muut lajikkeet. 2005-2006 talvella ja keväällä 2006 muilla lajikkeilla oli parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla.

Maalaji

Maalajien tilastolliseen analyysiin otettiin vertailuun kivennäismaat ja muut maalajit. 2006-2007 talvella muilla maalajeilla kasvaneissa porkkanoissa oli suurempi mehukkuus kuin kivennäismaalla kasvaneissa. Keväällä 2007 kivennäismaalla kasvaneissa porkkanoissa oli pienempi pintakarvaus kuin muilla maalajeilla.

pH

2007 keväällä havaittiin tilastollisessa analyysissä, että pH:n kasvu vähentää porkkanoista pitämistä, porkkanan värin tasaisuutta ja mehukkuutta.

Porkkanan tautisuus

Porkkanan tautisuuden vaikutusta aistinvaraisiin ominaisuuksiin verratessa kävi ilmi, että 2005-2006 ja 2006-2007 talvina ja keväällä 2007 porkkanoiden värin tasaisuus väheni tautisten porkkanoiden määrän kasvaessa. 2006-2007 talvella porkkanoiden pintakarvaus lisääntyi ja porkkanoista pitäminen väheni tautisten porkkanoiden määrän kasvaessa. Porkkanoista pitäminen väheni myös keväällä 2007 tautisten määrän kasvaessa.

Boori (B)

Porkkanan pitäminen lisääntyi boorin määrän kasvaessa 2006 syksyllä ja 2006-2007 talvella. 2006 syksyllä boorin kasvu lisäsi värin tasaisuutta. 2006-2007 talvella boorin kasvu vähensi pintakarvautta ja lisäsi porkkanan mehukkuutta. Raja-arvot olivat 0,5-3,4 mg/l.

Fosfori (P)

Talvella 2006-2007 fosforin kasvu vähensi porkkanasta pitämistä. Raja-arvot olivat 4,8-130 mg/l.

Kalsium (Ca)

Kalsiumin määrän kasvu lisäsi sekä syksyllä 2005, että syksyllä 2006 porkkanan värin tasaisuutta. Raja-arvot olivat 1100-5700 mg/l. Aiemmissä tulosten vertailussa (ei-tilastollisia ajoja) näytti siltä, että korkeampi kalsium taso (> 2000mg/l) näyttäisi parantavan porkkanan muutakin laatua ja porkkanat olisivat pidetympiä.

Magnesium (Mg)

Magnesium määrän kasvu lisäsi syksyllä 2005 porkkanan värin tasaisuutta. 2006-2007 talvella magnesiumin määrän kasvu lisäsi porkkanan mehukkuutta ja porkkanasta pitämistä. Raja-arvot olivat 86,6-836 mg/l. Aiemmissä tulosten vertailussa (ei-tilastollisia ajoja) näytti siltä, että kaudella 2006-2007 korkeammalla Mg-tasolla (> 250 mg/l) värin tasaisuus oli parempi.

Muut tekijät

Yllä on vain käsitelty ne tekijät, joilla saatiin tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Em. lisäksi selvitettiin kaliumin, rikin, kuparin, mangaanin, sinkin ja liukoisen typen vaikutusta aistinvaraiseen laatuun. Tehdyllä tilastollisella analyysillä ei muita tilastollisesti merkitseviä tuloksia saatu (rajana p-arvo 0,05).

Lisäksi em. muiden tekijöiden lisäksi testattiin edellisestä porkkanan viljelystä kuluneen ajan (vuosia) vaikutusta porkkanan aistinvaraisiin laatuominaisuuksiin. Tehdyllä tilastollisella analyysillä ei merkitseviä tuloksia saatu.

Kaupan porkkanat syksyllä 2005/2006, talvella 2006/2007 ja keväällä 2006/2007

Kuten varastokoeporkkanoilla niin kaupan porkkanoilla voitiin myös todeta, että kaupan porkkanat säilyivät aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan melko tasa-laatusina koko varastokauden. Varastokauden lopulla oli kyllä havaittavissa selvää heikkenemistä tiettyjen laatuominaisuuksien suhteen. Oheisessa taulukossa 2. on esitetty tilastollisesti merkitsevät tulokset kausilta 2005-2006 ja 2006-2007. Tulosten tulkintaa hankaloittaa tulosten osittainen ”ristiin meneminen”, joka aiheutuu porkkanaerien erilaisesta taustasta, koska porkkana-näytteet otettiin satunnaisesti kaupoista. Tulosten tulkintaan on siten suhtauduttava erityisellä varovaisuudella. Vaikka merkitsevyyttä löytyikin, niin oliko se sitten ”todellista”, vai porkkanaerien (ei käsittelyjen/taustojen ym.)

erilaisuudesta johtuvaa. Meillä ei myöskään ollut tietoa esim. siitä, kuinka kauan porkkanoita oli säilytetty lämpimässä kaupassa. Porkkanapussien ikää ei ole otettu huomioon analyyseissä.

Havaitut merkitsevyytasot eli p-arvot, jotka olivat pienempiä kuin 0,05, tulkittiin tilastollisesti merkitseviksi.

Pintakarvaus

2005-2006

Seudulla ja ajankohdalla sekä tautisilla ja lämpötilalla oli yhdysvaikutusta pintakarvauteen. Keväällä kaupassa Forssan seudulla porkkanat olivat pintakarvaampia kuin Turun seudulla. Forssan seudulla talvella porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin syksyllä Forssan seudulla. Turun seudulla keväällä ja talvella porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin syksyllä Turun seudulla. Kun tautisten osuus kasvaa, niin viileen säilytyksen porkkanat ovat vähemmän pintakarvaita kuin lämpimässä säilytetyt.

2006-2007

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, tautisten osuuden sekä etyleeninlähteen kanssa. Syksyllä Forssan seudulla oli pintakarvaampia porkkanoita kuin Turun seudulla. Talvella porkkanat olivat Forssan seudulla vähemmän pintakarvaita kuin Turun seudulla. Forssan seudulla syksyllä ja talvella porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin keväällä Forssan seudulla. Turun seudulla syksyllä ja talvella porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin keväällä Turun seudulla. Turun seudulla syksyllä porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin talvella Turun seudulla. Kun etyleeninlähde ei ollut lähellä, niin porkkanat olivat syksyllä vähemmän pintakarvaita kuin talvella ja keväällä. Kun etyleeninlähde oli lähellä, niin syksyllä ja talvella porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin keväällä. Keväällä kun etyleeninlähdettä ei ollut lähellä, niin porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita verrattuna tilanteeseen, jossa etyleeninlähde oli lähellä. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot pintakarvaudessa siirtyivät kauemmaksi toisiaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin).

Taulukko 2a. Eri tekijöiden vaikutukset kaupan porkkanan aistittavaan laatuun kaudella 2005–2006. Syksyn porkkanat analysoitu noston jälkeen, talven ja kevään porkkananäytteet otettu varastosta.

Ominaisuus	Aistinvarainen havainto
Pintakarvaus	<p>Seudulla ja ajankohdalla sekä tautisilla ja lämpötilalla oli yhdysvaikutusta pintakarvauteen</p> <p>Keväällä kaupassa porkkanat olivat Forssan seudulla pintakarvaampia kuin Turun seudulla</p> <p>Forssan seudulla porkkanat olivat talvella vähemmän pintakarvaita kuin syksyllä</p> <p>Turun seudulla porkkanat olivat keväällä ja talvella vähemmän pintakarvaita kuin syksyllä</p> <p>Kun tautisten osuus kasvoi, niin viileässä säilytetyt porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin lämpimässä säilytetyt</p>
Pitäminen	<p>Ajankohdalla oli vaikutusta pitämiseen</p> <p>Talvella porkkanoista pidettiin enemmän kuin keväällä</p>
Väriin tasaisuus	<p>Lämpötilalla ja ajankohdalla oli yhdysvaikutusta väriin tasaisuuteen</p> <p>Tautisten osuudella oli yhdysvaikutusta sekä ajankohdan, että lämpötilan kanssa</p> <p>Lämpimässä säilytetyissä porkkanoissa oli talvella ja keväällä parempi väriin tasaisuus kuin syksyllä</p> <p>Viileässä säilytetyissä porkkanoissa olin syksyllä parempi väriin tasaisuus kuin talvella</p> <p>Lämpimässä säilytetyissä porkkanoissa oli keväällä ja talvella parempi väriin tasaisuus kuin viileässä säilytetyissä</p> <p>Viileässä säilytetyissä porkkanoissa oli syksyllä parempi väriin tasaisuus kuin lämpimässä säilytetyissä</p> <p>Kun tautisten porkkanoiden osuus kasvoi, niin viileässä säilytettyjen porkkanoiden väriin tasaisuus kasvoi suhteessa lämpimässä säilytettyihin</p> <p>Kun tautisten porkkanoiden osuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot väriin tasaisuudessa tulivat lähemmäksi toisiaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana, kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin)</p>
Mehukkuus	<p>Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa</p> <p>Forssan seudulla oli talvella mehukkaammat porkkanat kuin keväällä</p> <p>Viileässä säilytetyt porkkanat olivat syksyllä ja talvella mehukkaampia kuin keväällä</p> <p>Keväällä lämpimässä säilytyksessä olleet porkkanat olivat mehukkaampia kuin viileässä säilytyksessä olleet</p> <p>Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot mehukkuudessa tulivat lähemmäksi toisiaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana, kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin)</p>

Taulukko 2b. Eri tekijöiden vaikutukset kaupan porkkanan aistittavaan laatuun kaudella 2006–2007.

Ominaisuus	Aistinvarainen havainto
Pintakarvaus	<p>Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, tautisten osuuden sekä etyleenilähteen kanssa</p> <p>Syksyllä Forssan seudulla oli pintakarvaampia porkkanoita kuin Turun seudulla</p> <p>Talvella porkkanat olivat Forssan seudulla vähemmän pintakarvaita kuin Turun seudulla</p> <p>Forssan seudulla porkkanat olivat syksyllä ja talvella vähemmän pintakarvaita kuin keväällä</p> <p>Turun seudulla porkkanat olivat syksyllä ja talvella vähemmän pintakarvaita kuin keväällä</p> <p>Turun seudulla porkkanat olivat syksyllä vähemmän pintakarvaita kuin talvella</p> <p>Kun etyleeninlähdettä ei ollut lähellä, niin porkkanat olivat syksyllä vähemmän pintakarvaita kuin talvella ja keväällä</p> <p>Kun etyleeninlähde oli lähellä, niin porkkanat olivat syksyllä ja talvella vähemmän pintakarvaita kuin keväällä</p> <p>Keväällä, kun etyleeninlähdettä ei ollut lähellä, porkkanat olivat vähemmän pintakarvaita kuin silloin, kun etyleeninlähde on lähellä</p> <p>Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot pintakarvaudessa siirtyivät kauemmaksi toisistaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana, kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin)</p>
Makeus	<p>Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa. Lämpötilalla oli lisäksi yhdysvaikutusta tautisten osuuden kanssa</p> <p>Syksyllä Forssan seudulla oli vähemmän makeampia porkkanoita kuin Turun seudulla</p> <p>Forssan seudulla porkkanat olivat syksyllä ja talvella makeampia kuin keväällä</p> <p>Turun seudulla porkkanat olivat syksyllä makeampia kuin talvella ja keväällä</p> <p>Lämpimässä säilytetyt porkkanat olivat syksyllä makeampia kuin talvella</p> <p>Viileässä säilytetyt porkkanat olivat syksyllä makeampia kuin talvella ja keväällä</p> <p>Keväällä lämpimässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia kuin viileässä säilytetyt</p> <p>Syksyllä viileässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia kuin lämpimässä säilytetyt</p> <p>Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin syksyn porkkanoiden makeuden keskiarvo suhteessa muihin ajankohtiin kasvoi. Lisäksi talven ja kevään keskiarvojen järjestys muuttui. Kun tautisten prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, niin viileässä säilytettyjen porkkanoiden makeuden keskiarvo suhteessa lämpimässä säilytettyihin kasvoi</p>

Pitäminen

Ajankohdalla on yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa. Lisäksi lämpötilalla on yhdysvaikutusta tautisten osuuden kanssa

Keväällä ja syksyllä Forssan seudun porkkanoista pidettiin vähemmän kuin Turun seudun porkkanoista

Forssan seudulla porkkanoista pidettiin syksyllä ja talvella enemmän kuin keväällä

Turun seudulla porkkanoista pidettiin syksyllä enemmän kuin talvella ja keväällä

Lämpimässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin syksyllä enemmän kuin talvella ja keväällä

Viileässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin syksyllä enemmän kuin talvella ja keväällä. Lisäksi talvella porkkanoista pidettiin enemmän kuin keväällä.

Keväällä lämpimässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin enemmän kuin viileässä säilytyksessä olleista porkkanoista, kun taas syksyllä viileässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin enemmän kuin lämpimässä säilytetyistä porkkanoista

Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, syksyllä pitämisen keskiarvo suhteessa muihin ajankohtiin kasvoi

Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, niin viileässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin keskimäärin enemmän kuin lämpimässä säilytetyistä

Värin tasaisuus

Tautisten osuuden ja lämpötilan sekä etyleeninlähteen ja ajankohdan välillä oli yhdysvaikutusta värin tasaisuuteen

Kun etyleeninlähde ei ollut lähellä, porkkanat olivat syksyllä tasaisempia väriältään kuin keväällä ja talvella

Syksyllä porkkanat olivat tasaisempia väriältään, kun etyleeninlähde ei ollut lähellä verrattuna tilanteeseen, jossa etyleeninlähde oli lähellä

Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, viileässä säilytettyjen porkkanoiden värin tasaisuuden keskiarvo kasvoi suhteessa lämpimässä säilytettyihin porkkanoihin

Sisäkarvaus

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun ja etyleeninlähteen kanssa. Lisäksi tautisten osuudella oli vaikutusta sisäkarvauteen

Tautisten prosenttiosuuden kasvu aiheutti kasvua sisäkarvaudessa

Keväällä ja syksyllä porkkanoissa oli Forssan seudulla enemmän sisäkarvautta kuin Turun seudulla

Forssan seudulla oli syksyllä ja talvella vähemmän sisäkarvautta kuin keväällä

Turun seudulla oli syksyllä vähemmän sisäkarvautta kuin talvella ja keväällä

Kun etyleeninlähde ei ollut lähellä, oli porkkanoissa syksyllä vähemmän sisäkarvautta kuin talvella ja keväällä

Kun etyleeninlähde oli lähellä, oli porkkanoissa syksyllä ja talvella vähemmän sisäkarvautta kuin keväällä

Keväällä porkkanat olivat vähemmän karvaita, kun etyleeninlähde ei ollut lähellä verrattuna tilanteeseen, jossa etyleeninlähde oli lähellä

Mehukkuus

Ajankohdalla oli merkitsevää vaikutusta mehukkuuteen

Syksyllä porkkanat olivat mehukkaampia kuin talvella

Talvella ja syksyllä porkkanat olivat mehukkaampia kuin keväällä

Sisäkarvaus

2006-2007

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun ja etyleeninlähteen kanssa. Lisäksi tautisten osuudella oli vaikutusta. Tautisten prosenttiosuuden kasvu aiheutti vähemmän sisäkarvauksessa. Keväällä ja syksyllä Forssan seudulla oli enemmän sisäkarvautta porkkanoissa kuin Turun seudulla. Forssan seudulla oli syksyllä ja talvella vähemmän sisäkarvautta kuin keväällä Forssan seudulla. Turun seudulla oli syksyllä vähemmän sisäkarvautta kuin talvella ja keväällä Turun seudulla. Kun etyleeninlähde ei ollut lähellä, oli porkkanoissa syksyllä vähemmän sisäkarvautta kuin talvella ja keväällä. Kun etyleeninlähde oli lähellä, oli porkkanoissa syksyllä ja talvella vähemmän sisäkarvautta kuin keväällä. Keväällä porkkanat olivat vähemmän karvaita, kun etyleeninlähde ei ollut lähellä verrattuna tilanteeseen, jossa etyleeninlähde oli lähellä.

Värin tasaisuus

2005-2006

Lämpötilalla ja ajankohdalla oli yhdysvaikutusta värin tasaisuuteen. Tautisten osuudella oli yhdysvaikutusta sekä ajankohdan, että lämpötilan kanssa. Lämpimässä säilytyksessä talvella ja keväällä oli parempi värin tasaisuus kuin syksyllä. Viileässä säilytyksessä syksyllä oli parempi värin tasaisuus kuin talvella. Lämpimässä säilytyksessä oli keväällä ja talvella parempi värin tasaisuus kuin viileässä. Viileässä säilytyksessä oli syksyllä parempi värin tasaisuus kuin lämpimässä. Kun tautisten porkkanoiden osuus kasvoi, niin viileässä säilytettyjen porkkanoiden värin tasaisuus kasvoi suhteessa lämpimiin. Kun tautisten porkkanoiden osuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot värin tasaisuudessa tulivat lähemmäksi toisiaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin)

2006-2007

Tautisten osuuden ja lämpötilan sekä etyleeninlähteen ja ajankohdan välillä oli yhdysvaikutusta. Kun etyleeninlähde ei ollut lähellä, syksyllä porkkanat olivat tasaisempia väriltään kuin keväällä ja talvella. Syksyllä porkkanat olivat tasaisempia väriltään kun etyleeninlähde ei ole lähellä verrattuna tilan-

teeseen, jossa etyleeninlähde oli lähellä. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, viileän säilytyksen värin tasaisuuden keskiarvo suhteessa lämpimään säilytykseen kasvoi.

Makeus

2006-2007

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa. Lämpötilalla oli lisäksi yhdysvaikutusta tautisten osuuden kanssa. Syksyllä Forssan seudulla oli vähemmän makeampia porkkanoita kuin Turun seudulla. Forssan seudulla oli syksyllä ja talvella porkkanat makeampia kuin keväällä Forssan seudulla. Turun seudulla olivat porkkanat syksyllä makeampia kuin talvella ja keväällä Turun seudulla. Lämpimässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia syksyllä kuin lämpimässä säilytetyt talvella. Viileässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia syksyllä kuin talvella ja keväällä viileässä säilytetyt. Keväällä lämpimässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia kuin viileässä säilytetyt. Syksyllä viileässä säilytetyt porkkanat olivat makeampia kuin lämpimässä säilytetyt. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin syksyn keskiarvo suhteessa muihin ajankohtiin kasvoi. Lisäksi talven ja kevään keskiarvojen järjestys muuttui. Kun tautisten prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, niin viileän säilytyksen makeuden keskiarvo suhteessa lämpimään säilytykseen kasvoi.

Mehukkuus

2005-2006

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa. Forssan seudulla oli talvella mehukkaammat porkkanat kuin keväällä Forssan seudulla. Viileässä säilytetyt porkkanat olivat syksyllä ja talvella mehukkaampia kuin keväällä. Keväällä lämpimässä säilytyksessä porkkanat olivat mehukkaampia kuin viileässä säilytyksessä. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, niin ajankohdittaiset keskiarvot mehukkuudessa tulivat lähemmäksi toisiaan (vaikka ajankohtien keskiarvojen järjestys säilyi samana, kun tautisten osuus muuttui 30 prosentista 60 prosenttiin).

2006-2007

Ajankohdalla oli merkitsevää vaikutusta. Syksyllä porkkanat olivat mehukkaampia kuin talvella. Talvella ja syksyllä porkkanat olivat mehukkaampia kuin keväällä

Pitäminen

2005-2006

Ajankohdalla oli vaikutusta pitämiseen. Talvella porkkanoista pidettiin enemmän kuin keväällä.

2006-2007

Ajankohdalla oli yhdysvaikutusta seudun, lämpötilan ja tautisten osuuden kanssa. Lisäksi lämpötilalla oli yhdysvaikutusta tautisten osuuden kanssa. Keväällä ja syksyllä Forssan seudun porkkanat olivat vähemmän pidettyjä kuin Turun seudun porkkanat. Forssan seudun porkkanoista pidettiin enemmän syksyllä ja talvella kuin keväällä. Turun seudulla porkkanoista pidettiin enemmän syksyllä kuin talvella ja keväällä. Lämpimässä säilytyksessä syksyllä porkkanoista pidettiin enemmän kuin talvella ja keväällä. Viileässä säilytyksessä syksyllä porkkanoista pidettiin enemmän kuin talvella ja keväällä. Lisäksi talvella porkkanoista pidettiin enemmän kuin keväällä. Keväällä lämpimässä säilytyksessä porkkanoista pidettiin enemmän kuin viileässä säilytyksessä olleista porkkanoista, kun taas syksyllä viileässä säilytetyistä porkkanoista pidettiin enemmän kuin lämpimässä säilytetyistä porkkanoista. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi, syksyllä pitämisen keskiarvo suhteessa muihin ajankohtiin kasvoi. Kun tautisten porkkanoiden prosenttiosuus kasvoi 30 prosentista 60 prosenttiin, niin viileän säilytyksen pitämisen keskiarvo suhteessa lämpimään säilytykseen kasvoi.

Varastokoe porkkanoiden vs. Kaupan porkkanoiden aistittava laatu syksyllä 2005/2006, talvella 2006/2007 ja keväällä 2006/2007

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että kaikki porkkanat säilyivät aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan melko tasalaatuisina koko varastokauden. Varastokauden lopulla oli kyllä havaittavissa selvää heikkenemistä tiettyjen laatuominaisuuksien suhteen. Molemmilla satokausilla kävi ilmi, että porkkanat tiloilla olivat aavistuksen verran parempia aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan verrattuna kaupan porkkanoihin. Poikkeuksia aistinvaraisissa ominaisuuksissa kyllä löytyi. Värien tasaisuudet olivat samat, paitsi varastokaudella 2006-2007 värien tasaisuudet olivat varastokoe porkkanoilla huonommat koko varastointiajan. Varastokaudella 2005-2006 varastokoe porkkanat olivat makeampia ja 2006-2007 kaupan porkkanat olivat hivenen mehukkaampia koko kauden. Pinta- ja sisäkarvaus oli molemmilla kausilla kaupan porkkanoilla suurempi. Varastokaudella 2006-2007 varastokoe porkkanat olivat kovempia ja kaupan porkkanat kumimaisempia. Varastokaudella 2005-2006 varastokoe porkkanat olivat hiukan pidettympiä kuin kaupan porkkanat. Huom! Aineistoille ei ole tilastollista analyysiä, vaan arviot perustuvat saatujen tulosten numeeriseen vertailuun.

Kauppaketjun vaikutus aistittavaan laatuun

Kauppaketju on yksi olennainen osa porkkanan ketjussa kohti kuluttajan ruokapöytää. Suhteellisesti se ei ole niin pitkä aika kuin porkkanan ajassa kulukema matka porkkanan tilalta kauppaketjuun, mutta porkkana on herkkä lämpötilalle ja siksi on tärkeää, että porkkanan hallittu kylmäketju ei katkea missään vaiheessa ennen kuluttajaa.

Kauppaketjun vaikutuksessa aistittavaan laatuun haluttiin selvittää miten erilaiset ”mahdolliset” lämpötilat ja ajat vaikuttavat porkkanan aistivaraisiin ominaisuuksiin. Kauppaketju alkoi tukusta ja päättyi kaupan kylmätiskille. Ohessa on esitetty kauppaketjun simulointi tulokset, tilastolliset analyysit, syksyiltä 2006 – kevät 2007.

Kauppaketjun seuranta syksy 2006–kevät 2007, tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin MTT:n palveluyksikössä. Tilastollisessa analyysissä käytettiin yleisiä lineaarisia sekamalleja (mixed models). Rajana tilastolliselle merkitsevyydelle on käytetty p-arvoa 0,05. Ohessa ovat käsittelyt, sekä tilastollisten analyysien tulokset, taulukko 3.

Käsittelyt:

- 1 = normaali lämpötila, lyhyt säilytysaika,
 - tukku: lämpötila 1 – 3,9 °C, aika 3 vrk
 - kauppa: lämpötila 5,3 – 5,8 °C, aika 10 vrk
- 2 = lämmin lämpötila, lyhyt säilytysaika
 - tukku: lämpötila 9 – 10,2 °C, aika 3 vrk
 - kauppa: lämpötila 14,9 – 15,3 °C, aika 10 vrk
- 3 = normaali lämpötila, pitkä säilytysaika
 - tukku: lämpötila 0,9 – 3,4 °C, aika 7 - 9 vrk
 - kauppa: lämpötila 5,7 °C, aika 14 - 16 vrk

Käsittelyjen vaikutus

Värin tasaisuudessa ei löytynyt vaikutusta paikan eikä käsittelyn suhteen. Lämpimämpi säilytyslämpötila vähentää porkkanan kovuutta (”naksautavuutta”) vähittäiskaupassa. Lämpimämpi säilytyslämpötila lisää porkkanan kumimaisuutta vähittäiskaupassa. Vähittäiskaupan porkkanat arvioitiin vähemmän makeiksi kuin tukun porkkanat. Mehukkuudessa ei löytynyt vaikutusta paikan eikä käsittelyn suhteen. Vähittäiskaupan porkkanat arvioitiin pintakarvaammaksi kuin tukun porkkanat sekä pitkän säilytysajan porkkanat tukussa arvioitiin pintakarvaammiksi. Tukun porkkanat, joita oli säilytetty pit-

kään normaalissa lämpötilassa, arvioitiin sisäkarvaudeltaan karvaammiksi kuin lyhyen säilytysajan lämpimässä säilytetyt porkkanat. Vähittäiskaupan porkkanoista pidettiin vähemmän kuin tukun porkkanoista.

Taulukko 3. Kauppaketjun seuranta 2006–2007 ja käsittelyjen (mainittu yllä) vaikutukset porkkanan aistinvaraisiin ominaisuuksiin.

Aistinvarainen ominaisuus	Käsittelyn ja paikan vaikutus
Värin tasaisuus	Ei havaittuja vaikutuksia
Kovuus	Korkeampi lämpötila vähensi porkkanan kovuutta vähittäiskaupassa
Kumimaisuus	Korkeampi lämpötila lisäsi porkkanan kumimaisuutta vähittäiskaupassa
Makeus	Vähittäiskaupan porkkanat vähemmän makeita kuin tukun porkkanat
Mehukkuus	Ei havaittuja vaikutuksia
Pintakarvaus	Vähittäiskaupan porkkanat pintakarvaampia kuin tukun porkkanat sekä pitkän säilytysajan porkkanat tukussa pintakarvaampia
Sisäkarvaus	Tukun porkkanat, joita oli säilytetty pitkään normaalissa lämpötilassa, olivat sisältä karvaampia kuin lyhyen ajan lämpimässä säilytetyt porkkanat
Pitäminen	Vähittäiskaupan porkkanoista pidettiin vähemmän kuin tukun porkkanoista

Yhteenveto

Varastokoe-porkkanatutkimuksissa selvisi, että porkkanan aistinvaraisiin ominaisuuksiin ja porkkanan säilyvyyteen varastoinnin aikana voidaan vaikuttaa. Tehdyissä tilastollisissa analyyseissä porkkanan aistinvaraiset ominaisuudet vs. viljelymaan kivennäis- ja hivenainetaso ym. tekijät selvisi, että johtoluvun kasvu lisäsi tilastollisesti merkitsevästi syksyllä 2005 ja talvella 2005-2006 porkkanan värin tasaisuutta. Talvella 2006-2007 johtokyvyn kasvu lisäsi porkkanan mehukkuutta. Porkkanoiden lajikevertailussa keskenään tuotti ongelmia lajikkeiden pienet näytemäärät. Ainoastaan Maestroa oli runsaasti ja se oli valtalajike kummallakin kaudella. Tilastollisessa analyysissä vertailtiin Maestroa muihin lajikkeisiin ja tulokset olivat seuraavat: 2005 syksyllä muilla lajikkeilla oli parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla, kun taas Maestro oli mehukkaampi kuin muut lajikkeet. 2005-2006 talvella ja keväällä 2006 muilla lajikkeilla oli parempi värin tasaisuus kuin Maestrolla. Maalajien tilastolliseen analyysiin otettiin vertailuun kivennäismaat ja muut maalajit. 2006-2007 talvella muilla maalajeilla kasvaneissa porkkanoissa oli suurempi mehukkuus kuin kivennäismaalla kasvaneissa. Keväällä 2007 kivennäismaalla kasvaneissa porkkanoissa oli pienempi pintakarvaus kuin muilla maalajeilla. 2007 keväällä havaittiin tilastollisessa analyysissä, että pH:n kasvu vähen-

tää porkkanoista pitämistä, porkkanan värin tasaisuutta ja mehukkuutta. Porkkanan tautisuuden vaikutusta aistinvaraisiin ominaisuuksiin verratessa kävi ilmi, että 2005-2006 ja 2006-2007 talvina ja keväällä 2007 porkkanoiden värin tasaisuus väheni tautisten porkkanoiden määrän kasvaessa. 2006-2007 talvella porkkanoiden pintakarvaus lisääntyi ja porkkanoista pitäminen väheni tautisten porkkanoiden määrän kasvaessa. Porkkanoista pitäminen väheni myös keväällä 2007 tautisten määrän kasvaessa. Porkkanan pitäminen lisääntyi boorin määrän kasvaessa 2006 syksyllä ja 2006-2007 talvella. 2006 syksyllä boorin kasvu lisäsi värin tasaisuutta. 2006-2007 talvella boorin kasvu vähensi pintakarvautta ja lisäsi porkkanan mehukkuutta. Talvella 2006-2007 fosforin kasvu vähensi porkkanasta pitämistä. Kalsiumin määrän kasvu lisäsi sekä syksyllä 2005, että syksyllä 2006 porkkanan värin tasaisuutta. Magnesium määrän kasvu lisäsi syksyllä 2005 porkkanan värin tasaisuutta. 2006-2007 talvella magnesiumin määrän kasvu lisäsi porkkanan mehukkuutta ja porkkanasta pitämistä.

Kuten varastokoe-porkkanoilla niin myös kaupan porkkanoilla voitiin myös todeta, että kaupan porkkanat säilyivät aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan melko tasalaatuisina koko varastokauden. Varastokauden lopulla oli kyllä havaittavissa selvää heikkenemistä tiettyjen laatuominaisuuksien suhteen. Tilastollisesti merkitsevien tulosten tulkintaa hankaloittaa tulosten osittainen ”ristiin meneminen”, joka aiheutunee porkkanaerien erilaisesta taustasta, koska porkkananäytteet otettiin satunnaisesti kaupoista. Tulosten tulkintaan on siten suhtauduttava erityisellä varovaisuudella. Vaikka merkitsevyyttä löytyikin, niin oliko se sitten ”todellista”, vai porkkanaerien (ei käsittelyjen/taustojen ym.) erilaisuudesta johtuvaa.

Kauppaketjuseurannassa paikka ja lämpötilat eivät aiheuta eroja värin tasaisuuteen. Lämpimämpi säilytyslämpötila vähentää porkkanan kovuutta (”naksavuutta”) vähittäiskaupassa. Lämpimämpi säilytyslämpötila lisää porkkanan kumimaisuutta vähittäiskaupassa. Vähittäiskaupan porkkanat arvioitiin vähemmän makeiksi kuin tukun porkkanat. Paikka, eikä käsittely eivät aiheuttaneet eroja mehukkuudessa. Vähittäiskaupan porkkanat arvioitiin pintakarvaammaksi kuin tukun porkkanat. Pitkän säilytysajan porkkanat tukussa arvioitiin pintakarvaammiksi. Tukun porkkanat, joita oli säilytetty pitkään normaalissa lämpötilassa, arvioitiin sisäkarvaudeltaan karvaammiksi kuin lyhyen säilytysajan lämpimässä säilytetyt porkkanat. Vähittäiskaupan porkkanoista pidettiin vähemmän kuin tukun porkkanoista.

Porkkanan aistittava laatu heikkenee varastokauden aikana, varsinkin keväällä. Porkkanapeltojen ravinnetasojen on oltava kunnossa. Porkkanan laatu ei myöskään kauppaketjussa parane, joten porkkanan laadun on oltava kunnossa jo tilalta lähtiessään. Porkkanan laatu säilyy parhaiten, kun varastointi- ja kuljetuslämpötilat pidetään riittävän alhaisena, porkkana kulkee mahdollisimman nopeasti varastosta kuluttajalle, eikä joudu missään vaiheessa alttiiksi maku- ja hajuvirheitä aiheuttaville muille tuotteille.

Kirjallisuus

Suojala, T. 2000. Pre- and postharvest development of carrot yield and quality. University of Helsinki, Department of Plant production, Section of horticulture, publication no. 37. Helsinki: University of Helsinki. 43 s.

Tuorila, H. & Appelby, U. 1993. Elintarvikkeet aistien puntarissa. Helsinki: Yliopistopaino. 196 s.

Tupasela, T. 2005. Porkkanan aistinvarainen arviointikaavake. MTT:n sisäinen menetelmä. 2 s.

Kuluttajien näkemyksiä porkkanan laadusta

Katja Järvelä

Kuluttajatutkimuskeskus, PL 5, 00531 Helsinki, etunimi.sukunimi@kuluttajatutkimuskeskus.fi

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin, mitä kuluttajat ymmärtävät porkkanan laadulla, millaiseksi he sen arvioivat ja millaisia odotuksia heillä on laadun kehittämiseksi. Tutkimusaineisto kerättiin seitsemällä ryhmäkeskustelulla, joihin osallistui 47 kuluttajaa pääkaupunkiseudulta. Keskusteluryhmiä oli kolmenlaisia: kokeneet kuluttajat (yli 50-vuotiaat), lapsiperheiden vanhemmat (34-45-vuotiaat, nuorin lapsi alle 13-vuotias) ja nuoret aikuiset (alle 34-vuotiaat, ei lapsia).

Porkkanan käyttötavoissa oli selviä eroja. Kokeneiden kuluttajien käyttö painottui kypsennettyyn porkkanaan. Heille porkkana on säännöllisesti ostettava sekä monipuolisesti ruoanlaitossa ja leivonnassa hyödynnetty peruselintarvike. Nuoret aikuiset syövät porkkanansa enimmäkseen raakana, ja ne ovat useimmiten satunnaisia heräteostoksia. Lapsiperheet asettuivat edellisten välimaastoon.

Porkkanan laatu on ensisijaisesti makeutta ja mehukkuutta. Tärkeitä ulottuvuuksia ovat myös porkkanan napakka rakenne sekä ulkoinen kauppakunto. Porkkanoiden kitkerä maku ja kuivakkuus saivat moitteita. Maku heittelee ostokerrasta toiseen ja on hankalasti ennakoitavissa ostotilanteessa. Laatua pyritään tunnistamaan muun muassa hankintapaikan, myyntitavan, koon, alkuperän ja tuotantotavan avulla. Porkkanaa voitaisiinkin markkinoida erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Erityisesti pienten kauppojen toivottiin kiinnittävän enemmän huomiota porkkanan kiertonopeuteen kaupassa. Ongelmat ulkoisessa kauppakunnossa liitettiin lähinnä pakattuun porkkanaan. Irtoporkkanaa pidettiin pääsääntöisesti pakattua parempilaatuisena. Multa- ja etenkin irtoporkkanoiden saatu vuutta tulisikin kuluttajien mielestä parantaa nykyisestään. Arkiseksi koetun porkkanan kiinnostavuutta lisäisi houkuttelevampi esillepano kaupassa. Tärkeitä ovat myös lasten ja nuorten makukokemukset: suurtalouksien kuiva porkkanaraaste kaipaisikin ehdottomasti tuotekehittelyä. Kehittämisen tarvetta nähtiinkin niin laadussa kuin tarjonnassa.

Avainsanat: kuluttajat, porkkana, elintarvikkeet, laatu, vihannekset, kulutus, kuluttajakäyttäytyminen

Johdanto

Porkkana on yksi Suomen suosituimmista ja myös tutuimmista vihanneksista, jonka valtaosa lapsista ja nuoristakin ilmoittaa suosikkivihannekseksi (Kotimaiset kasvikset 2008). Porkkana on kaikenikäisten vihannes, joka näyttää seuraavan kuluttajaa erilaisissa elämänvaiheissa; sitä tarjotaan vauvoille yhtenä ensimmäisistä kiinteistä ruoista ja siten se on ensimmäisiä makuja, joihin lasta totutetaan. Edullisuutensa, monikäyttöisyytensä sekä säilyvyytensä ansiosta porkkanaa käytetään varsin paljon myös suurtalouskeittiöiden raaka-aineena. Oletettavaa onkin, että jokaisella kuluttajalla on ainakin joitain kokemuksia porkkanasta ja sen laadusta.

Kuluttajien näkemyksiä porkkanasta ja sen laadusta on tutkittu jonkin verran, joskaan laadun käsitettä ei juuri ole avattu sisällöllisesti. Porkkanaa on tarkasteltu usein perinteisin kyselytutkimuksen menetelmin, jolloin laatu on annettu valmiiksi määriteltynä käsitteenä ja usein vastaavana tuotteen valinnan kriteerinä kuin esimerkiksi tuotteen alkuperä tai hinta. Kotimaiset Kasvikset ry on teettänyt useita tutkimuksia, joissa on selvitetty kuluttajien mielipiteitä vihannesten laadusta esimerkiksi oman kampanjaseurannan yhteydessä. Näissä tutkimuksissa on tarkasteltu porkkanan laadun lisäksi esimerkiksi kuluttajanäkemyksiä porkkanan pakkaustavoista. Porkkanan laatu ei ole osoittautunut erityisen ongelmalliseksi moniin muihin vihanneksiin verrattuna, joskaan ei täysin ongelmattomaksikaan. Näyttää myös siltä, että kuluttajien laatuodotukset ja -kokemukset ovat yhteydessä siihen, missä muodossa porkkanaa myydään kuluttajille (ks. Kotimaiset kasvikset 2008).

Elintarvikkeiden laatu on haasteellinen käsite. Usein elintarvikkeiden laadulla viitataan rajatusti joihinkin tiettyihin ominaisuuksiin ja tarkastelun kohteena voi olla esimerkiksi elintarvikkeen mikrobiologinen, ravitsemuksellinen tai aistinvarainen laatu (ks. Isoniemi 1993). Yhteistä tällaiselle lähestymistavalle on, että laatu voidaan määritellä ja sitä tarkasteltaessa voidaan keskittyä sovitusti vain ja ainoastaan tiettyihin tekijöihin elintarvikkeessa. Tällaisissa tilanteissa viitataankin lähinnä tuotteen ominaisuuksiin eli tuotelaatuun. Lillrankin (1998) mukaan laadun olemusta voidaan ymmärtää tarkastelemalla sitä erikseen valmistuksen, suunnitteluun, asiakkaan ja ympäristön näkökulmasta. Tällöin perinteinen tuotelaatu on valmistus- ja suunnittelukeskeistä laatua, jota voidaan objektiivisesti mitata. Asiantuntijoiden keskuudessa laatu ei käsitteenä tuotakaan ongelmia silloin, kun sen sisältö on määriteltävä lakisäänteisesti tai se perustuu muuten julkilausuttuun sopimukseen toimijoiden kesken.

Kun kuluttajat astuvat kuvaan mukaan ja alkavat arvioida tuotteiden laatua käyttäjinä, tilanne on alun alkaen monimutkaisempi: ei ole olemassa yhteisesti jaettuja sopimuksia siitä, mitä elintarvikkeen laatu kulloinkin on ja millai-

siin ominaisuuksiin tulisi kiinnittää huomiota. Kuluttajille laatu on subjektiivista, koettua laatua. Heidän puheessaan laatu voi viitata samanaikaisesti tuotelaatuun, mutta hyvin usein myös käyttö- ja palvelulaatuun, jolloin niin tuote kuin sen laatu ymmärretään tavallista kokonaisvaltaisemmin. Nykyisin yhä harvemman kuluttajan sanotaan ostavan pelkästään tuotetta tai palvelua, vaan pikemminkin tuotteista, palveluista, tiedosta ja muista tekijöistä rakentuvia kokonaisuuksia (Grönroos 2001). Kuluttajille elintarvikkeet eivät myöskään ole ainoastaan tuotteita, vaan ruokaa, johon liitetään niin taloudellisia, sosiaalisia kuin kulttuurisia merkityksiä.

Elintarvikkeiden laadun tutkiminen laadullisin menetelmin onkin osoittanut, että kuluttajat viittaavat laadulla hyvin monenlaisiin laadullisiin ulottuvuuksiin elintarvikkeissa. Kuluttajille elintarvikkeiden laatu on niin tuote-, kuluttaja- kuin tilannesidonnaista. Tyypilliseltä näyttääkin, että kuluttajien arvioissa korostuu usein laatu, joka kohdataan kaupassa. Tällainen laatu voi olla eräänlaista tuotteiden ulkoista kauppakuntoa, mutta hyvin usein myös niiden saatavuuteen ja palveluun liittyviä tekijöitä. Kun kuluttajille annetaan mahdollisuus arvioida laatua myös oman arjen ja elintarvikkeiden käyttötottumusten näkökulmasta, laadun käsite saa uusia ulottuvuuksia elintarvikkeiden ostamisen ja valinnan lisäksi myös niiden käytöstä ja hyödyntämisestä osana kunkin omia ruokatottumuksia. Kuluttajille laatua on myös se, miten tuote palvelee heitä arjessa. (Ks. esim. Järvelä 1998, Järvelä 2001, Isoniemi 2002.)

Elintarvikkeiden laatua koskevan tutkimus- ja kehittämistyön yksi keskeinen haaste on kuluttajalaatu. Elintarvikkeiden laadun parantaminen ja tuotteiden kehittäminen nimenomaan kuluttajia ajatellen edellyttää moniulotteisen ja kompleksisen kuluttajalaadun jäsentämistä ja ymmärtämistä aina kulloisessaan elintarviketuoteryhmässä tai elintarvikkeessa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä siitä, mitä kuluttajat tarkoittavat puhuessaan porkkanan laadusta, millaiseksi porkkanan laatu arvioidaan sekä millaisia kehittämistoiveita kuluttajilla on koskien porkkanaa ja sen laatua. Tutkimuksessa paneuduttiin kuluttajien kokemuksiin ja näkemyksiin porkkanasta, porkkanan laadusta ja käytöstä. Laatua tarkasteltiin kokonaisvaltaisesti porkkanan käyttötottumusten ja arkisten käytäntöjen näkökulmasta, jolloin ei pelkästään keskitytty tuotelaatuun, vaan myös laajemmin toiminnalliseen laatuun, kuten käyttö- ja palvelulaatuun. Näin toivottiin saatavan esiin kuluttajille keskeisiä porkkanan laadun ulottuvuuksia – tai parhaimmassa tapauksessa laadun kova ydin, joka voisi tuottaa lisäarvoa porkkanan tarjontaketjuun. Laadun arvioinnin avulla puolestaan pyrittiin ennen kaikkea tuottamaan ajatuksia porkkanan tarjontaketjuun laadun parantamiseen ja tuotteistamiseen vastaamalla mm. kysymyksiin, millaisia ominaisuuksia erityisesti tulisi kehittää ja millaisessa muodossa porkkanoita haluttaisiin ostaa kaupasta.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimus toteutettiin laadullisena ja tutkimusaineisto kerättiin kuluttajien ryhmäkeskustelujen avulla syksyllä 2005. Ryhmäkeskustelujen valintaa menetelmäksi puolsi ennen kaikkea se, että tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita kuluttajalähtöisestä ja kotitalouksien toimintaan kontekstualisoidusta laadusta ja laadunarvioinnista. Laadun käsitettä ei haluttu antaa valmiina keskusteluun osallistujille, vaan sille etsittiin sisältöä osallistujien itsensä määrittelemänä. Menetelmästä oli hyviä kokemuksia myös aiemmista vastaavantyyppisistä elintarvikkeiden laatuun liittyvistä tutkimushankkeista (ks. esim. Järvelä 1998, Järvelä 2001). Ruoka ja ruokatottumukset ovat kaikkienensa jokapäiväisiä ja mutkattomasti lähestyttäviä teemoja, joihin liittyviä kokemuksia ja näkemyksiä osallistujien on helppo jakaa ryhmässä vertaistensa kanssa. Keskusteluryhmissä tuotetaan toisaalta tietoa siitä, *mitä* keskustelijat ajattelevat ja millaisia näkemyksiä heillä on tutkittavasta ilmiöstä, mutta myös siitä, *miksi* heillä on tietynlaisia näkemyksiä (Morgan 1988). Ryhmäkeskustelujen yksi ominaispiirre on, että tuodessaan esille erilaisia ja ristiriitaisia näkemyksiään osallistujat joutuvat perustelevaan näkemyksiään ja suhteuttamaan niitä muiden näkemyksiin (Patton 1990). Näin saatetaan saada helpommin esiin sellaisiakin näkemyksiä ja niiden perusteluja, joita tutkija ei välttämättä tulisi kysyneeksi ja jotka eivät ehkä nousisi esiin esimerkiksi henkilökohtaisessa haastattelutilanteessa.

Tutkimukseen osallistuneet kuluttajat rekrytoitiin Kuluttajatutkimuskeskuksen ylläpitämästä Kuluttajaneelistasta, johon kuuluu yhteensä noin tuhat kuluttajaa eri puolilta Suomea. Osallistujat valittiin paneelin pääkaupunkiseudulla asuvista jäsenistä lähinnä iän ja perhemuodon perusteella. Keskustelujen sujumisen kannalta on mielekästä, että osallistujat ovat joiltakin ominaisuuksiltaan samankaltaisia, minkä voidaan ajatella helpottavan kokemusten vaihtamista ja tietyssä suhteessa yhteisen todellisuuden jakamista (ks. esim. Seale ym. 2004). Ryhmät muodostettiin valitsemalla kuhunkin ryhmään tietyiltä demografisilta ominaisuuksiltaan samanlaisia kuluttajia. Yhteensä keskusteluryhmiä järjestettiin seitsemän, joista kolme ryhmää edusti yli 50-vuotiaita nk. *kokeneita kuluttajia*, kaksi ryhmää *lapsiperheiden vanhempia* ja loput kaksi ryhmää alle 35-vuotiaita *nuoria aikuisia* ilman lapsia. Yhteensä keskusteluihin osallistui 47 kuluttajaa, joista 27 oli naisia ja 20 miehiä. Vanhin keskusteluihin osallistunut oli 73-vuotias, nuorin puolestaan 24-vuotias. Osallistujat olivat varsin hyvin koulutettuja; neljänneksellä oli korkeakoulututkinto ja lähes puolella opisto- tai ammattikorkeakoulututkinto.

Keskustelut järjestettiin Kuluttajatutkimuskeskuksen tiloissa ja niiden kesto vaihteli runsaasta tunnista noin kahteen tuntiin. Keskusteluissa edettiin pääsääntöisesti etukäteen laaditun teemarungon mukaisesti eli läpikäydyt teemat olivat vihannesten ja erityisesti porkkanan hankinta- ja käyttötavat, kokemukset ja näkemykset porkkanan laadusta, porkkanan laadun kehittäminen ja

kuluttajien odotukset sekä porkkanan kulutus ja käyttötavat tulevaisuudessa. Käytännössä teemarungosta saatettiin poiketa yhden teeman sisällä siten, että osallistujien annettiin edetä omin painotuksin silloin, kun keskustelu vaikutti kulkevan luontevasti eteenpäin ilman keskustelun vetäjän väliintuloa.

Käydyt keskustelut taltioitiin ja äänitiedostot purettiin mahdollisimman sanatarkasti tekstitiedoiksi. Aineiston analyysivaiheen alussa muodostettiin aineistoa jäsentäviä koodeja. Aineisto käytiin perusteellisesti läpi merkitsemällä keskustelun osat koodeilla, joihin keskustelun katsottiin kulloinkin liittyvän sisällöllisesti. Käytännön työvälineenä tekstisegmenttien luokittelussa ja vertailussa käytettiin ATLAS/ti ohjelmaa. Tämän jälkeen aineisto järjestettiin syntyneen luokituksen mukaisesti jatkoanalyysiä ja tulkintaa varten. Tässä vaiheessa kuluttajien puhetta ei enää tarkasteltu niinkään yksittäisinä puheenvuoroina ja niiden sanatarkkoina sisältöinä, vaan pikemminkin eräänlaisina vihjeinä niihin mahdollisesti sisältyvistä merkityksistä (ks. esim. Moilanen & Rähä 2001). Tulkinnan loppuvaiheessa siivilöitiin keskusteluista selkeästi esiin nousseet teemat, jotka koottiin pohdittaviksi tutkimuksen johtopäätöksissä. Tulokset eivät ole tilastollisesti suomalaikuluttajien näkemyksiä edustavia. Sen sijaan tulosten ja johtopäätösten esittämisessä on pyritty laadulliselle tutkimukselle ominaiseen yleistettävyyteen etenemällä yksittäisistä havainnoista yleisiin, joiden avulla tutkittavaa ilmiötä voidaan tarkastella yleisemmällä tasolla (ks. esim. Alasuutari 1999). Tutkimustulokset on julkaistu laajemmin Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisusarjassa (Järvelä & Viinialo 2006). Jatkossa sitaatein esitetyt kursivoidut tekstit ovat suoria lainauksia kuluttajien puheesta.

Keskeiset tulokset

Erot porkkanan käyttötavoissa

Porkkanan – ja yleensäkin vihannesten - käyttötavoissa oli havaittavissa ilmeisiä eroja kuluttajaryhmien välillä. Selvimmin erot tulivat esiin kokeneiden kuluttajien ja nuorten aikuisten välillä, kun taas lapsiperheiden vanhemmat näyttivät asettuvan tottumuksissaan edellisten ryhmien väliin. Kokeneille kuluttajille perinteiset juurekset porkkana mukaan lukien ovat tärkeä osa vihannesten käyttöä, kun taas lapsiperheiden vanhemmat toivat esiin keskusteluissa hieman laajemman kirjon erilaisia vihanneksia. Nuorten aikuisten käyttämät vihannekset painottuvat enemmän leivänpäällis- ja salaattivihanneksiin, kuten tomaattiin ja kurkkuun, kuin tyypillisesti ruoanvalmistuksessa käytettäviin vihanneksiin. Heillä vihannesten käyttöön näyttikin vaikuttavan voimakkaasti se, ettei ruokaa valmisteta yhtä usein ja säännöllisesti kuin kokeneiden kuluttajien talouksissa ja lapsiperheissä.

Keskeinen erotteleva tekijä käyttötavoissa näytti olevan se, syödäänkö porkkana kypsennettynä vai raakana. Kokeneiden kuluttajien porkkanoiden kulu-

tus nojaa vahvasti ruoanvalmistuksessa hyödynnettävään porkkanaan. He kertoivat käyttävänsä porkkanoita varsin monipuolisesti esimerkiksi keitoissa, kastikkeissa ja padoissa, joskin samanaikaisesti käyttöä oli usein lisätty myös tuorepalana tai raasteena. Nuorilla aikuisilla puolestaan porkkanan käyttö painottui vahvasti sellaisenaan raakana naposteltavaan porkkanaan. Lapsiperheissä porkkanoiden kulutus asettui edellisten ryhmien välimaastoon: porkkanaa käytetään monipuolisesti ruoanvalmistuksessa, sitä tarjotaan sekä tuoreena tai kypsennettynä lisäkkeenä aterioilla kuin myös erityisesti lapsille sellaisenaan naposteltavana tuorepalana. Lapsiperheissä keskeinen perustelu porkkanan käytölle olikin juuri lasten mieltymykset: lapsia halutaan kasvattaa syömään vihanneksia ja porkkana näyttää maistuvan lapsille, nimenomaan raaka porkkana.

Aterioiden valmistuksen useus ja säännöllisyys näkyivät siis tavoissa syödä porkkanaa, mutta sen lisäksi myös elämisen rytmi ja elämäntavat laajemmin vaikuttavat käyttötapoihin. Kokeneet kuluttajat toivat esiin porkkanan käyttötavat lähinnä omaan kotiin sekä säännölliseen ja ruokapöydän ääressä tapahtuvaan ateriointiin liittyvänä. Hieman kärjistäen; sellaisenaan nautittu naposteluporkkana voidaan viedä ruokapöydästä ja ruokalautaselta korkeintaan television ääreen. Nuorille aikuisille aterioiden syöminen kodin ulkopuolella sekä välipalojen nauttiminen ”*reissun päällä*” vaikutti olevan osa heidän normaalia arjen rytmιάän. Porkkanat tuntuivat soveltuvan hyvin juuri tällaisiksi välipaloiksi.

Myös porkkanan hankintatavoissa tuli esiin eroja. Kokeneet kuluttajat olivat selvästi muita halukkaampia näkemään vaivaa hyvälaatuisen porkkanan löytämiseksi. He mainitsivat esimerkiksi ostavansa porkkanoita suoraan viljelijältä tai tietyltä kauppiaalta multaisena, koska kokivat näin saavansa parempi-laatuista porkkanaa kuin mitä lähikauppa heille tarjoaa. Taustalla vaikuttanee se, että heillä saattaa olla käytettävissään enemmän aikaa ostosten tekoon kuin heitä nuoremmilla kuluttajilla. Myös sillä, että useille heistä porkkana oli säännöllisesti kotiin ostettava peruselintarvike, on varmasti oma vaikutuksensa. Sen sijaan lapsiperheiden vanhemmat kuvailivat tilannettaan usein vaihtoehdottomana: porkkanat ostetaan sieltä, mistä muutkin päivittäistavaraostokset ja saatavuussyistä ne ovat useimmiten pestyjä ja pakattuja. Heissä ilmeni kuitenkin selvästi halukkuutta ostaa irtoporkkanoita pakattujen sijaan. Nuoret aikuiset kertoivat ostavansa porkkanoita epäsäännöllisesti, usein hetken mielijohdeesta ja päätyvänsä silloin ”*pussiporkkanaan lähikaupasta*”. Heille pakkaustavalla ei tuntunut olevan kovin suurta merkitystä, joskin hekin kertoivat herätteiden syntyneen nimenomaan kaupassa hyvin esille panuista pestyistä irtoporkkanoista.

Mielenkiintoista oli myös se, miten kuluttajien mieltymykset tulivat esille keskusteluissa. Tulokset osoittivat, että kokeneiden kuluttajien talouksissa ja lapsiperheissä aterioiden koostamisessa pyritään ottamaan tasapuolisesti huomioon eri perheenjäsenten mieltymykset ja tarjotut ateriat saattavat olla

usein tästä näkökulmasta tietynlaisia kompromisseja. Etenkin kokeneiden kuluttajien talouksissa tunnuttiin toimittavan näin, koska tavoitteena on nauttia yhteisellä aterialla samaa ruokaa. Sen sijaan nuorten aikuisten talouksissa ei näytetty sovitettavan yhteen erilaisia mieltymyksiä silloinkaan, kun kysymyksessä oli kahden aikuisen talous. Mitä ilmeisemmin nuoret aikuiset pitivät luontevana vaihtoehtoa, jonka mukaan yhdessä syödessäkin voidaan toteuttaa kunkin syöjän yksilöllisiä toiveita: yhdessä jaettu ateria ei välttämättä ole samaa ruokaa, vaan yhdessä syömistä. Kaiken kaikkiaan eri-ikäisten ja eri elinvaiheissa elävien kuluttajien toisistaan eroavat syömisen käytänteet näkyivät varsin hyvin juuri porkkanan käyttötottumuksissa. Erilaiset tottumukset puolestaan asettavat laadulle jossain määrin erilaisia vaatimuksia.

Porkkanan laatu ja laadunarviointi

Porkkanan laadusta keskusteltaessa erot eri kuluttajaryhmien välillä eivät olleet yhtä selkeät. Päinvastoin, tietyiltä osin kuluttajat olivat varsin yksimielisiä laadusta: hyvä laatu on ennen kaikkea makeaa makua ja mehukkuutta. Hyvänä laaduna kuvailtiin usein myös porkkanan ”naksahtavaa” rakennetta sekä ulkoista kauppakuntoa. Tosin jotkut kokeneet kuluttajat vaikuttivat olevan aavistuksen muita sallivampia ulkoisen kauppakunnon suhteen ja he saattoivat jopa kavahtaa siistiä pestyä porkkanaa, joka vaikuttaa ”liian kliinistä”. Pesty porkkana on osalle heistä kauppakunnostuksen jäljiltä turhan jalostettu, ja siten ristiriidassa aidon ja luonnollisen arvostusten kanssa.

Porkkanan laatua on myös sen saatavuus. Kuluttajien mielestä heille enimmäkseen tarjottavien pestyjen ja pakattujen porkkanoiden rinnalle tulisi tuoda myös multa- ja irtoporkkanoita. Kokeneet kuluttajat esittivät toiveita erityisesti multaisista irtoporkkanoista, lapsiperheiden vanhemmat ja nuoret aikuiset puolestaan useimmin pestyistä irtoporkkanoista. Myös aiemmissa tutkimuksissa on havaittu samantyyppinen ilmiö. Esimerkiksi Kotimaiset Kasvikset ry:n Taloustutkimuksella vuonna 2003 teettämä haastattelututkimus osoitti, että suurin osa (lähes 60 %) vastanneista piti pakkaamattomia porkkanoita mieluisimpina tapana ostaa porkkanat. Lisäksi irtoporkkanoiden ja erityisesti multaisien porkkanoiden ostohalukkuus näytti kasvavan iän myötä (Kotimaiset kasvikset 2008). Keskusteluissa irtoporkkanoita kaivattiin nykyistä enemmän myyntiin lähinnä kahdesta syystä. Ensinnäkin niitä pidettiin, kuten multaporkkanoitakin, säilyvämpinä ja mehukkaampina kuin pakatut porkkanat. Toiseksi kysymys ei välttämättä ole aina edes paremmaksi koetusta laadusta, vaan siitä, että irtoporkkana antaa kuluttajille paremmat mahdollisuudet arvioida laatua.

Porkkanan laadun keskeisinä ongelmina nousivat esiin yhtäältä porkkanan mauttomuus ja kuivuus, toisaalta ulkoinen kauppakunto. Makeiden ja mehukkaiden porkkanoiden löytämistä kuvailtiin lähinnä sattumaksi. Kuluttajat ihmettelivät, miksi porkkanaerät voivat maistua kovin erilaisilta keskenään. Käytännössä ongelmia kuvailtiin usein mauttomuutena, kitkeränä makuna,

kuivuutena ja puumaisuutena. Myös selkeitä makuvirheitä oli havaittu, jolloin pahaksi koetulla maulla viitattiin esimerkiksi paloöljyyn ja saippuaan. Huonoa ulkoista kauppakuntoa edustivat kuluttajille pintavialliset, haljenneet, osin mustuneet ja nahistuneet porkkanat, jotka nähtiin ensisijaisesti pestyn ja pakatun porkkanan laatuongelmina. Vaikka porkkanoiden kauppakuntoa pidettiin yleensä kohtuullisen hyvänä, huonoja kokemuksia oli kertynyt ja kaupoissa sanottiin yhä löytyvän ”näitä mun huonoja, tikkuisia, kuivia, kamalia karvoja kasvavia” porkkanoita.

Makeanmakuisten ja mehukkaiden porkkanoiden löytämisen sattumanvaraisuutta korostettiin keskusteluissa jopa siinä määrin, että ongelma on pikemmin makeuden ja mehukkuuden tunnistamisessa kuin niiden puuttumisessa kokonaan. Näiden laadun ulottuvuuksien ennakointi valintatilanteessa on hankalaa eivätkä tuottajat sen paremmin kuin kauppaan tarjoa tähän apua. Ellei porkkana ole kotitaloudessa erityinen mieltymyksen kohde, huonot peräkkäiset makukokemukset saavat kuluttajat herkästi vaihtamaan porkkanan johonkin toiseen vihannekseen – tai hedelmään riippuen käyttötarkoituksesta.

Kuluttajat ovat kuitenkin kehittäneet itse arkikokemuksensa perusteella keinoja, joilla porkkanan makeutta ja mehukkuutta pyritään tunnistamaan ostotilanteessa. Jo se, mistä porkkanat hankitaan talouteen, kertoo kuluttajien pyrkimyksistä löytää hyvälaatuisia porkkanoita. Keskimääräistä parempaa laatua uskotaan löytyvän, kun porkkanat ostetaan suoraan viljelijältä tai mahdollisimman lähellä tuotettuna. Porkkanoiden multaisuus ja etenkin pakkaamattomuus näyttäisi niin ikään toimivan jonkinlaisena paremman laadun takeena. Porkkanan koko, ja jonkun kerran myös väri, mainittiin yhtenä keinona arvioida porkkanan makua ja mehukkuutta; isokokoiset porkkanat herättivät monien epäilyksen porkkanan kuivasta ja puumaisesta rakenteesta. Porkkanan alkuperän kerrottiin auttavan jossain määrin valintatilanteessa. Joillekin jo porkkanan kotimaisuus on yhdenlainen varmistus siitä, että maku on oletettavasti parempi kuin ulkomaisissa porkkanoissa. Tätäkin tyypillisemmin porkkanan tarkka alkuperä ja viljelijätieto osoittautui käytännön keinoksi arvioida etukäteen laatua. Hyvät kokemukset laadusta painetaan mieleen seuraavia ostokertoja varten, jolloin tieto porkkanan viljelijästä toimii laadun merkkinä ja valinnan apuna. Joitakin kertoja mainittiin myös porkkanan tuotantotapa mahdollisuutena ennakoida laatua. Tästä esimerkkinä jotkut mainitsivat hyvät kokemuksensa yhtäältä luomuporkkanoista, toisaalta biodynaamisesti viljeltyistä porkkanoista. Edellä mainitut keinot perustuvat hankittuihin osto- ja käyttökokemuksiin ja parhaimmillaankin niiden todetaan lähinnä lisäävän laadun löytämisen todennäköisyyttä, mutta ei toimivan varmana takeena siitä.

Usein laatuongelmien taustalla uskottiin vaikuttavan sen, että porkkanat eivät kierrä riittävän nopeasti ketjussa. Erityisenä ongelmakohtana ketjussa nähtiin vähittäiskaupat: porkkanoiden seisominen liian pitkään kaupan hyllyssä nähtiin etenkin pienten myymälöiden ongelmana. Osa tätä ongelmaa on kuluttajien mielestä sekini, etteivät porkkanat erotu muiden vihannesten ja hedelmien

joukosta edukseen, eivätkä siten löydä kuluttajien ostoskoreihin. Keskusteluissa ongelmalliseksi eivät osoittautuneetkaan ainoastaan tietyt porkkanan laadun ulottuvuudet, vaan myös eräänlaiset arvostukselliset tekijät. Vaikka osallistujat itse mainitsivat useita syitä arvostaa porkkanaa, samanaikaisesti sitä pidettiin jokseenkin tylsänä ja arkisena tuotteena vihanneshyllyssä. Porkkanoiden kiertonopeuden ohella kaupassa tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota myös porkkanoiden esillepanoon, mikä voisi parantaa sekä porkkanan laatua että arvostusta.

Myös suurtalouksien tarjoama porkkana, erityisesti porkkanaraaste mainittiin usein kehittämistä kaipaavana kuin myös porkkanan arvostukseen liittyvänä tekijänä. Lapsiperheiden vanhemmat etenkin olivat huolissaan siitä, millaisia kokemuksia lapset ja nuoret saavat porkkanasta päiväkotij- ja kouluruokailusta. He ihmettelivät, eikö kuivalle ja mauttomalle raasteelle ole todellakaan tehtävissä mitään. Myös nuoret aikuiset muistelivat huonoja, jopa ”traumaattisiksi” kuvailtuja kokemuksiaan porkkanaraasteesta, jotka eivät ole innostaneet porkkanan syöntiin myöhemmälläkään iällä. Keskustelujen perusteella suurtalouksien tarjoaman porkkanan tulisikin ehdottomasti olla jatkossa yksi porkkanan kehittämiskohteista.

Pohdinta

Porkkanat kuuluvat tyypillisimpiin vihanneksiin suomalaiskuluttajien ostoskassissa: vuoden 2006 kasvistaseen mukaan noin joka kuudes ostettu vihanne oli porkkana ja juureksista se on ylivoimaisesti suosituin (Kotimaiset kasvikset 2008). Erilaisten tilastojen ja tutkimusten mukaan porkkanan kulutuksessa on nähtävissä eroja erilaisten kotitalouksien ja eri-ikäisten kuluttajien välillä. Kuluttajien kanssa käydyt ryhmäkeskustelut valottivatkin mielenkiintoisella tavalla sitä, millaista elämää erilaisten tilastolukujen takana eletään. Tutkimuksen tulokset lisäävät ymmärrystä siitä, millaisia tekijöitä kuluttajaryhmien välisten erojen taustalla piilee.

Eroista huolimatta porkkanan syöminen perustelut osoittautuivat varsin yhteneväisiksi eri-ikäisten ja eri elinvaiheessa elävien kuluttajien näkemyksissä. Porkkanan syönnin terveellisyys oli kenties useimmin mainittu perustelu. Lisäksi porkkanan sanottiin olevan edullista, moni- ja helppokäyttöistä, kaikille maistuvaa ja sen saatavuus ja säilyvyys kotiooloissa on hyvä. Porkkanan syöntiä pidettiin luontevana myös siksi, että siihen on totuttu. Porkkanan hyvällä saatavuudella viitattiin usein nimenomaan kotimaisen porkkanan hyvään saatavuuteen ympäri vuoden kuin myös siihen, että porkkanaa on tarjolla eri tavoin tuoreporkkanana sekä porkkanavalmistena.

Porkkana muuttuvien syömisen käytänteiden tulkkina

Vaikka porkkanan syönnin perustelut ovat yhteneväiset, erot porkkanan käyttötavoissa näyttäytyivät keskusteluissa selkeinä eri-ikäisten ja eri elinvaiheisten kuluttajien välillä. Itse asiassa porkkana osoittautui erittäin osuvaksi tulokiksi meneillään oleville syömisen käytänteiden muutoksille. Ateriointitapojen ja -rytmien muutokset heijastuivat hyvin kuluttajien kertomuksissa. Nuorten aikuisten vähäinen ruoanlaitto kotona ei tue porkkanoiden käyttöä kovin monipuolisesti, vaan porkkanoiden syöminen rajoittuu lähinnä niiden naposteluun raakana. Heidän käsityksensä aterioinnista voivat poiketa kovastikin heitä iäkkäämpien käsityksistä. Nuorten aikuisten ateriointi ei välttämättä ole kovin säännöllistä ja varsinaiset ateriat ovat usein kodin ulkopuolella nautittuja. Heille kotona ateriointi on usein myös voileivän syöntiä, mikä tukee erilaisten leivänpäällisvihannesten kulutusta. Aterioinnin epäsäännöllisyys ja kiireiseksi kuvailtu elämänrytmi muuttaa aterioinnin herkästi välipalatyypiksi: *”jos mä lähdän aamulla töihin, niin mä kuorin äkkiä porkkanan siinä, ja sitten lähdän porkkana suussa hissiin, ja meen bussille”*. Heidän mielestään yksi porkkanan syöntiä olennaisesti tukeva tekijä onkin se, että porkkana soveltuu hyvin mukana kuljetettavaksi välipalaksi, jonka voi nauttia missä tahansa.

Tulosten mukaan vaikuttaa siltä, että mitä iäkkäämmistä kuluttajista oli kysymys, sitä todennäköisemmin porkkana on ruoanvalmistuksessa käytettävä, ja kypsennettävä perusraaka-aine. Tosin myös kokeneet kuluttajat kertoivat usein lisänneensä porkkanan syöntiä raakana, koska sen katsottiin olevan suositeltavaa painonhallinnan ja yleensä terveyden näkökulmasta. Juuri se, syödäänkö porkkana kypsentämättömänä vai kypsennettynä, onkin keskeinen porkkanan käyttötapoja erottava tekijä. Toisin kuin aikaisemmin, ruoan kulttuuristaminen ei enää välttämättä vaadi ruoan kypsentämistä. Kun vanhemmat ikäpolvet vielä määrittelevät ”kunnon ruoan” usein keitetyksi tai paistetuksi, heitä nuoremmille ruoka voi hyvin olla myös kypsentämätöntä. (vrt. Mäkelä 2002.)

Yksi hyvä esimerkki eri-ikäisten kuluttajien välisistä eroista porkkanan käyttötavoissa oli heidän suhtautumisensa pestyihin ja pakattuihin, naposteluvalmiina myytäviin pikkuporkkanoihin. Perinteisen tuoreporkkanan muuntaminen porkkanatuotteeksi pohjimmiltaan varsin yksinkertaisella tavalla jakoi näkemyksiä. Kokeneet kuluttajat arvioivat tuotetta perinteisenä tuoreporkkanana, kun taas heitä nuoremmat olivat valmiimpia asettamaan naposteluporkkanat porkkanatuotteiden kategoriaan. Ne, jotka arvioivat tuotetta tuoreporkkanana, pitivät käytön esteenä erityisesti kallista kilohintaa. Myös porkkanoiden sorvausta arvosteltiin prosessina, jonka seurauksena hyvää raaka-ainetta tuhlaantuu jätteeksi. Sen sijaan, kun naposteluporkkana nähtiin tiettyyn käyttötarkoitukseen tai -tilanteeseen kehiteltynä tuotteena, suhtautuminen oli myönteistä ja käytölle löytyi perusteluja. Mielenkiintoista oli havaita se, että suhtautuminen tuotteeseen näytti äkkiseltään aiempaa myönteisem-

mältä. Kotimaiset Kasvikset ry (<http://www.kotimaisetkasvikset.fi>) teetti vuonna 2003 Taloustutkimuksella kuluttajien ryhmäkeskusteluihin perustuvan selvityksen, jossa sorvattu miniporkkana sai erittäin huonon vastaanoton. Tuolloinkin epäilyksiä herätti muun muassa tuotteen kallis hinta sekä teollinen jalostusprosessi. Kuluttajissa ei tuolloin ilmennyt juurikaan tuotteen ostohalukkuutta, kun nyt käydyissä keskusteluissa tuote osoittautui jo hyvin tunnetuksi ja monilla oli siitä käyttökokemuksia – jopa erittäin myönteisiäkin. Eri tutkimuksiin kerätyistä ryhmäkeskusteluaineistosta ei toki voida vetää suoraviivaisia johtopäätöksiä suhtautumisen muuttumisesta parissa vuodessa. Tulosten erilaisuus herättää kuitenkin pohtimaan, kertooko mahdollinen muutos silti jotakin uuden tuotteen omaksumisen ehdoista sekä tuotteen juurtumisesta osaksi arjen käytänteitä.

Mielenkiintoista onkin pohtia, ovatko esille tulleet erot eri-ikäisten ja eri elinvaiheissa elävien kuluttajien välillä juuri nykyisiin sukupolviin liittyviä vai onko kysymys pikemminkin tiettyyn elinvaiheeseen liittyvästä käyttäytymisestä. Toisin sanoen, kertovatko eroavaisuudet jostakin pysyvemmän luonteisesta muutoksesta porkkanan käytössä ja käyttötavoissa vai sittenkin tietynlaisesta syklisestä kehityksestä, jota kehystävät erityisesti perhemuodossa tapahtuvat muutokset.

Niin aiemmat tutkimukset perunan käytöstä kuin nyt käydyt keskustelut puhuvat sen puolesta, että jossain määrin kysymys on tietystä elinvaiheesta ja sen mukaisesta käyttäytymisestä. Nuoret aikuiset uskoivat itse porkkanan kulutuksensa lisääntyvän mahdollisen perheellistymisen myötä – sitä jopa toivottiin. Perinteiset kotoa opitut mallit otetaan herkästi käyttöön, kun omien ruokatottumusten lisäksi ollaan vastuussa myös lapsen ruokatottumuksista (vrt. Järvelä 2001). Lapsiperheiden vanhemmat kertoivat juuri näin käyneen lähinnä kahdesta syystä. Ensinnäkin porkkanan katsottiin olevan lapsille maistuva vihannes ja terveellinen välipala tai ruoan lisäke. Toiseksi porkkanaa on alettu käyttää enemmän ja monipuolisemmin, koska elämäntapa on kaikinensa muuttunut säännöllisemmäksi ja samalla ateriointi ja ruoanvalmistus kotona on lisääntynyt.

Toisaalta käydyt keskustelut kertovat myös sellaisesta muutoksesta, jossa ei palatakaan edellisen sukupolven kaltaiseen elinvaiheen mukaiseen käyttäytymiseen. Tämä kävi ilmi esimerkiksi porkkanapakasteista puhuttaessa. Lapsiperheiden vanhemmat suhtautuivat näihin tuotteisiin enemmän nuorten aikuisten kuin kokeneiden kuluttajien tavoin. He eivät pitäneet yhtä välttämättömänä kuin kokeneet kuluttajat sitä, että ateriat valmistetaan mahdollisimman pitkälle jalostamattomista raaka-aineista käsin. Erityisesti lapsiperheissä ruoan valinta ja valmistaminen sekä ateriointi joutuvat usein mukautumaan perheen muuhun toimintaan ja sen aiheuttamiin ajankäytön paineisiin. Saattaa olla, että tulevaisuuden perheissä toimitaan yhä joustavammin erilaisia toimintatapoja ja syömisen periaatteita soveltaen (ks. myös Piironen & Järvelä 2006). Nyt käydyt keskustelut antavat viitteitä tämänsuuntaisesta

kehityksestä. Porkkanoita ei ole välttämätöntä aina ostaa multaisena ja kuoria itse, vaan tarvittaessa voidaan hyödyntää myös teollisia valmisteita. Myös syöminen on tilanteista. Vaikka pöydän ääressä nautitut yhteiset ateriat koetaan tärkeänä osana lasten kasvatusta, myös välipalaistuva syöminen näyttää juurtuneen heidän arkeensa: lapset nakertavat porkkanoita auton takapenkillä matkalla harrastuksiin tai mummolaan. Näin porkkanan käyttötavoissa näyttäisi tapahtuvan muutosta kaiken aikaa, vaikka hidastakin – osin jo pelkäänsä siksi, että tarjolle tulee jatkuvasti jotain uutta porkkanasta.

Lieneekin mahdotonta ennustaa kovin tarkasti olemassa olevien tilastojen ja erilaisten tutkimusaineistojen perusteella, miltä porkkanan käyttö ja käyttötavat tulevat tulevaisuudessa näyttämään. Silti voidaan pohtia, millaisia erilaisia tekijöitä kuluttajien toimintaympäristössä on läsnä ja millaisia mahdollisia vaikutuksia niillä saattaa olla tulevaisuuden kulutusvalintoihin. Ruokatottumusten muuntuminen tapahtuu samanaikaisesti lukuisten eri tekijöiden vaikutuksesta. Se, millaisia tulevaisuuden kotitaloudet ovat ikärakenteeltaan ja perhemuodoltaan, on vain yksi tekijä edellä mainitussa ilmiökentässä. Ruoan tuotannon, jalostuksen ja jakelun keskittymisen sekä kansainvälistymisen katsotaan vaikuttavan keskeisesti siihen, millaisilla markkinoilla kuluttajat tulevaisuudessa toimivat (ks. Viinisalo & Leskinen 2000). On syytä miettiä myös, millä tavalla esimerkiksi sellaiset tekijät kuin ulkona syöminen lisääntyminen ja yleensä ruoan monipuolistuva tarjonta kodin ulkopuolella tulevat heijastumaan kuluttajien valintoihin. Entä millainen vaikutus on runsaalla ruokaan ja syömiseen liittyvällä informaatiolla?

Yksi olennainen tekijä on niinkään syöminen yksilöllistyminen, joka on ollut jo pitkään vahva trendi ruoan valinnassa ja ruokatalouden hoidossa (ks. esim. Varjonen 2000). Myös nyt käydyt keskustelut kertovat tästä kehityksestä. Hyvän esimerkin tarjoaa kuluttajien puhe mieltymyksistään. Nuoret aikuiset puhuivat lähinnä omista mieltymyksistään silloinkin, kun asuivat kahden aikuisen taloudessa. Kokeneiden kuluttajien puheessa mieltymyksillä viitattiin sekä omiin, mutta hyvin usein myös puolison mieltymyksiin. Vaikuttaa siltä, että kokeneiden kuluttajien talouksissa päädytään useammin kompromisseihin ruoan valinnassa, jotta voitaisiin nauttia samaa ruokaa yhdessä. Samoin lapsiperheissä erityisesti lasten mieltymykset tuntuvat ohjaavan varsin vahvasti perheen ruoan valintaa. Tosin lapsiperheissä saatetaan jo herkemmin tarjota erilaisia vaihtoehtoja siten, että samalla aterialla eri perheenjäsenet voivat nauttia osin eri ruokia. Sen sijaan nuorten aikuisten puheessa kompromissit tai erilaisten mieltymysten yhteensovittaminen eivät juuri kuulu. Toki kyseessä voi olla sekin, että on eletty vasta suhteellisen lyhyt aika pariskuntana ja yhteinen arki tapoineen on vasta muotoutumassa. Aterioita ei myöskään valmisteta yhtä usein ja säännöllisesti kuin lapsiperheissä ja vanhempien kuluttajien talouksissa. Yhtä mahdollista on kuitenkin se, että nuorten aikuisten talouksissa syöminen valinnat nähdään yksilöllisimpinä: jokainen syö sitä, mitä haluaa. Ehkä nuorempien kuluttajien näkökulmasta on täysin luontevaa, että samanaikaisesti aterialla nautittu ruoka ei välttämättä

ole kotonakaan samaa jokaisen lautasella. Näin ulkona syömisen idea on tuotu myös kotiin.

Vaikuttaisikin siltä, että porkkanan käyttötavat ovat sidoksissa osin kuluttajan elinvaiheeseen, osin myös kuluttajien muuttuvaan arkeen. On todennäköistä, että perheellistyminen ja lapset jatkossakin jäsentävät arkea uudelleen jo pelkästään siksi, että ruokaa aletaan valmistaa kotona useammin ja säännöllisemmin. Mutta se, millä tavalla ja mitä ruokaa valmistetaan sekä missä ateriat lopulta nautitaan, jää nähtäväksi.

Porkkanan laadussa kehittämisen varaa

Porkkanoiden makeus ja mehukkuus osoittautuivat porkkanan laadun ehdotomaksi lähtökohdaksi, olipa kysymys minkä ikäisestä ja missä elinvaiheessa elävästä kuluttajasta tahansa. Kokeneissa kuluttajissa löytyi niitäkin, jotka olivat valmiita hyväksymään jossain määrin huonompaa makua ja kuivuuttakin. Tämä selittyi sillä, että porkkanoiden laatuongelmia voidaan hallita kotona erilaisilla käyttötavoilla esimerkiksi pilkkomalla kitkeränmakuiset porkkanat pataan, jolloin *”ne muut maut peittää sen niin, että sitten ei enää tiedä, mikä se on tällaisessa padassa”*. Kypsentämättömänä syötävässä porkkanassa hekään eivät hyväksy edellä kuvatulla tavalla heikkoa laatua. Kaikkinensa keskustelut antoivat ymmärtää, että porkkanoiden raakana napostelu on pysyvä ja vahvistuva trendi myös jatkossa. Tämä puolestaan asettaa porkkanoiden laadulle ehkä entistä kovempia vaatimuksia.

Kuluttajien toivomus onkin, että laadun kehittäminen painottuisi ensisijaisesti porkkanan makuun ja rakenteeseen. Eräänä mahdollisuutena ryhmissä nostettiin esiin erilaiset porkkanalajikkeet sekä niiden jalostaminen ja hyödyntäminen. Kuluttajat toivoivat myös opastusta porkkanoiden valintaan ja siihen, kuinka makeutta ja mehukkuutta voitaisiin ennakoida ostotilanteessa. Ryhmissä heräsi kysymyksiä siitä, voitaisiinko porkkanan myyntiin kehittää samantyyppisiä valintaa helpottavia värikoodeja kuin perunan myynnissä. Vaikka kuluttajat ovat kekseliäästi kehittäneet omia ratkaisuja laadun jäljittelemiseksi, niiden avulla tunnutaan parhaimmillaankin lähinnä lisättävän todennäköisyyttä laadun löytämiseksi. Kuluttajat ihmettelevätkin, miksi porkkanaketjussa ei tehdä töitä sen eteen, että porkkanaa voitaisiin markkinoida paremmin käyttötarkoitukseen soveltuen ja valittavana olisi esimerkiksi *”joku keittiöporkkana, joku naposteluporkkana”*.

Joskin porkkanan makeus ja mehukkuus, kova ja napakka rakenne sekä hyvä ulkoinen kauppakunto ovat laadun keskiössä, myös porkkanan saatavuuteen eri muodoissaan tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Keskustelut osoittivat, että kuluttajat liittävät monet porkkanan laatuongelmat nimenomaan pestyihin ja pakattuihin porkkanoihin, kun taas usein hyvät kokemukset olivat peräisin multa- ja irtoporkkanoista. Pakkaamattomien porkkanoiden arvostuksen taustalla on varmasti useita syitä, mutta keskusteluissa painotet-

tiin etenkin sitä, että irtoporkkanoissa kuluttajat voivat arvioida laatua paremmin sekä valikoida juuri sopivimmat porkkanat kuin myös sopivan määrän porkkanoita. Tavallista on, että multaista ja irtonaista porkkanaa pidetään myös säilyvämpänä ja mehukkaampana laadultaan. Ei siis ole millään tavalla yllättävää, että erityisesti irtoporkkanoita kaivattiin nykyistä enemmän kaupan valikoimiin. Nyt kuluttajat kuvailevat valintatilannetta melko vaihtoehdottomana, kun kauppa on jo pitkälti tehnyt valinnat heidän puolestaan.

Keskustelut nostivat esiin hieman ristiriitaisen asetelman porkkanan laadun arvioinnissa. Yhtäältä kuluttajat varsin yksimielisesti totesivat laadun parantuneen eikä laatuongelmia pidetty juurikaan esteenä porkkanan käytölle. Myös laadun heikkeneminen kevättä kohti mentäessä hyväksyttiin varastovihannekseen liittyvänä luonnollisena ilmiönä. Toisaalta kuitenkin porkkanan mauttomuus, kitkeruus, kuivuus ja puumaisuus nousivat yhä uudelleen ja uudelleen esiin selvinä ongelmina porkkanan laadussa. Tämä herättää pohtimaan, miksi kuluttajat vaikuttavat tyytyvän huonoon laatuun todetessaan, että porkkanat ovat kuitenkin *”ihan hyviä”*. Osittain selitys voi löytyä siitä, että porkkanan laadun katsotaan kuitenkin parantuneen aiempaan verrattuna: porkkanan koetaan olevan laadultaan joka tapauksessa parempaa kuin mitä esimerkiksi kaksikymmentä vuotta sitten. Porkkanan maussa esiintyvät ongelmat ovat selvästi tunnistettavissa, mutta ne eivät lopultakaan vaikuta olevan suurena esteenä porkkanoiden käytölle – etenkin, jos porkkana kuuluu kotitaloudessa säännöllisesti ja etenkin ruoanvalmistuksessa käytettäviin peruselintarvikkeisiin. Kuten keskustelut osoittivat, porkkana ei suinkaan ole tällainen peruselintarvike kaikille: mitä nuoremasta kuluttajasta on kysymys, sitä todennäköisemmin porkkanan ostaminen on heräteostos tai kausittainen ilmiö. Porkkana-alalla ei pitäisikään tyytyä *”ihan hyvään”* laatuun, vaan kysyä, mitä on tehtävissä laadun parantamiseksi. Porkkanan kehittämisen näkökulmasta makuun ja mehukkuuteen liittyvät ongelmat on syytä ottaa vakavasti, koska juuri näillä ominaisuuksilla saatetaan houkutellessa porkkanan heräteostajia useammin porkkanan syötiin. Se, että kuluttajat voisivat tulevaisuudessa luottaa ostamiensa porkkanoiden olevan makeita ja mehukkaita, tukisi varmasti porkkanoiden kulutusta, ja jopa lisäisi sitä.

”Jotain uutta särmää” markkinointiin

On hyvin mahdollista ja jopa osin jo nähtävissä, että tulevaisuudessa kuluttajat ovat yhä vaativampia tuotteiden laadun ja sen eksplikoimisen suhteen. Tämänäsuuntaista keskustelua käydään monella taholla myös julkisuudessa (ks. esim. Talouselämä 2007). Myös porkkanan markkinoinnissa ja tuotteistamisessa on hyvä pohtia, miten ja missä muodossa porkkanaa kuluttajille tarjotaan. Joutuuhan porkkana kilpailemaan kuluttajien suosioista yhä laajenevien – ja kenties yhä laadukkaampien- vihannesvalikoimien joukossa.

Porkkanaan liitettiin hyvin myönteisiä mielikuvia, tuttuus ja perinteikkyyksivät olivat osa niitä. Tuttuus ja perinteikkyyksivät voivat olla myös pienoinen este porkkanan tuotteistamisessa. Tilanne onkin päinvastainen kuin kuluttajille oudomman tuotteen kohdalla, jolloin olennaista on tuotteen tunnetuksi tekeminen. Uusia porkkanatuotteita kehitettäessä onkin ratkaistava kysymys, millä tavalla kehitettävä tuote voidaan tuoda kuluttajille uutena ja irrallaan porkkanan synnyttämistä vahvoista, perinteisiin ja tottumuksiin nojaavista mielikuvista. Kuluttajissa oli paljon niitä, jotka uskoivat parhaimpien tuotteiden syntyvän tulevaisuudessa terveellisten välipalojen kategoriaan.

Keskusteluissa kuluttajat puhuivat tottuneesti ”brändäyksen” tarpeesta. Houkuttelevuutta lisäisi jo sekin, että porkkanan esillepanoon kaupassa kiinnitettäisiin nykyistä enemmän huomiota. Nyt hyvin arkiseksi ja jopa tylsäksi mielletty porkkana kaipaisi selkeästi nostetta eli erään kuluttajan sanoin ”*ehkä se vois olla vähän arvostetummin esillä, kuten just banaanitkin, silleen hienosti siinä kaiken kansan keskellä*”. Nykyistä näyttävämmän esillepanon uskottiin myös omalta osaltaan lisäävän porkkanan arvostusta. Erityisesti lapsiperheiden vanhemmat sekä nuoret aikuiset nostivat esiin kysymyksen porkkanan arvostuksesta ja imagon kohentamisen tarpeesta. Vaikka porkkanaan liitetään lukuisia käyttöä tukevia ominaisuuksia, porkkanan markkinointiin kaivattaisiin uudenlaista ”särmää”. Saattaa olla, että markkinoille tulevat ja siellä menestyvät tuotelanseeraukset luovat kuluttajissa jatkuvasti uusia odotuksia tuotteiden kehittämiseksi. Yksi keskeisenä esiin nostettu porkkanan arvostusta parantava tekijä olisi kuluttajien mielestä sekin, että suurtalouksissa tarjottavaa kuivakkaaksi koettua porkkanaraastetta kehitettäisiin. Kuluttajat painottivat kuitenkin läpi keskustelujen sitä, että porkkanan arvostusta ei voida lisätä pelkästään porkkanan eteen tehtävällä tuotekehittely-, markkinointi- ja pr-työllä, vaan viime kädessä lähtökohtana on, ja tulee olla, hyvä laatu.

Kirjallisuus

- Alasuutari, P. 1999. Laadullinen tutkimus. 3. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino. 318 s.
- Grönroos, C. 2001. Palveluiden johtaminen ja markkinointi. Helsinki: WSOY. 520 s.
- Isoniemi, M. 1993. Elintarvikkeiden laatu tutkimuksen kohteena. Keskustelu-aloitteita 6/1993. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 31 s.
- Isoniemi, M. 2002. Moni-ilmeinen juusto: kuluttajien kokemuksia ja käsityksiä juuston käytöstä ja valinnasta. Julkaisuja 3/2002. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 74 s.

- Järvelä, K. 1998. Kuluttajien käsitykset lihasta ja liha-alasta – laadullinen tutkimus. Julkaisuja 14/1998. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 123 s. + 16 liitesivua.
- Järvelä, K. 2001. Peruna on perusruokaa – Kuluttajien näkemyksiä perunasta. Julkaisuja 11/2001. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 129 s. + 7 liitesivua.
- Järvelä, K. & Viinisalo, M. 2006. ”Kunhan on makea ja mehukas”. Kuluttajien näkemyksiä porkkanan laadusta. Julkaisuja 9/2006. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 60 s. Saatavissa internetistä:
http://www.kuluttajatutkimuskeskus.fi/files/4956/2006_09_julkaisu_porkkana.pdf.
- Kotimaiset kasvikset. 2008 Kasvisten kulutusta koskevat dokumentit ja kuluttajatutkimukset. Saatavissa internetistä:
http://www.kotimaisetkasvikset.fi/finfood/kasvikset.nsf/wtaso1esivut/Tutkimus_ja_kehitys?OpenDocument.
- Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu. Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Helsinki: Otava. 203 s.
- Moilanen, P & Rähä, P. 2001. Merkitysrakenteiden tulkinta. Teoksessa: Aaltona, J. & Valli, R. (toim.). Ikkunoita tutkimusmetodeihin. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin. Jyväskylä: PS-kustannus. s. 44–67.
- Morgan, D.L. 1988. Focus groups as qualitative research. Qualitative Research Methods Series 16. Newbury Park: SAGE Publications. 80 s.
- Mäkelä, J. 2002. Syömisrakenteen ja kulttuurin vaihtelu. Väitöskirja. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 158 s. ISBN 951-698-084-8.
- Patton, M.Q. 1990. Qualitative evaluation and research methods. Second Edition. Newbury Park: SAGE Publications. 536 s.
- Piironen, S. & Järvelä, K. 2006. Kokemuksella ja tiedolla. Tutkimus kuluttajien ruoan valinnasta. Julkaisuja 8/2006. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 56 s. 13 liitesivua. Saatavissa internetistä:
http://www.kuluttajatutkimuskeskus.fi/files/4950/2006_08_julkaisu_kokemuksella.pdf.
- Seale, C., Gobo, G., Gubrium, J.F. & Silverman, D. 2004. Qualitative research practice. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications. 620 s.
- Talouselämä. 2007. Tulevaisuutta etsimässä, ruokakaupan hyllyiltä. Verkkodokumentti. Viitattu 7.12.2007. Saatavissa internetistä:
http://www.talouselama.fi/doc.te?f_id=1274466.

Varjonen, J. 2000. Trendejä vai kaaosta? Ruokatottumusten ja ruokatalouden hoidon muutokset 1980- ja 1990-luvuilla. Julkaisuja 2/2000. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 122 s.

Viinisalo, M. & Leskinen, J. 2000. Turvallista ruokaa pellolta pöytään: kuluttajien laatukäsitykset ja -odotukset asiantuntijanäkemyksen ja tutkimusten pohjalta. Julkaisuja 4/2000. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. 39 s.

Porkkanan laatuketju

Tuomo Tupasela¹⁾ ja Petri Vanhala²⁾

¹⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Porkkanan laatuketjun kuvaukseen on koottu keskeisiä tuloksia tutkimushankkeesta ”Vihannesten kuluttajalaadun parantaminen – esimerkkinä porkkana” ja muuta aiheeseen liittyvää tietämystä. Ketjun eri vaiheissa laatuun vaikuttavat tekijät on koottu taulukoiksi. Porkkanan laatu rakentuu viljelyvaiheessa, siitä eteenpäin on kyse olemassa olevan laadun säilyttämisestä. Varastoinnista eteenpäin laadun säilyttämisen kannalta keskeisiä tekijöitä ovat lämpötila, aika ja mahdolliset makuvirheitä aiheuttavat tuotteet. Porkkanan laatu säilyy parhaiten, kun varastointi- ja kuljetuslämpötila pidetään riittävän alhaisena, porkkana kulkee mahdollisimman nopeasti varastosta kuluttajalle, eikä joudu missään vaiheessa alttiiksi maku- ja hajuvirheitä aiheuttaville muille tuotteille.

Avainsanat: porkkana, laatu, kuluttajat, mikro-organismit, taudinaiheuttajat, vihannekset

Porkkanan laatuun vaikuttavat tekijät

Jotta porkkana saavuttaisi kuluttajan mahdollisimman laadukkaana, on kaikkien laatuketjun osien oltava kunnossa alkaen viljelyn suunnittelusta ja päättyen ammattikeittiön tai kuluttajan toimenpiteisiin. Seuraaviin taulukoihin (1–7) on koottu keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat porkkanan laatuun ketjun eri osissa. Tiedot perustuvat osittain tutkimushankkeeseen ”Vihannesten kuluttajalaadun parantaminen – esimerkkinä porkkana” ja osittain aiempaan tietämykseen.

Tässä yhteydessä on tietoisesti painotettu varsinaista porkkanan laatua, ja jätetty eräät laatuketjun aspektit, kuten työterveys ja -turvallisuus sekä ympäristönäkökohdat vähemmälle huomiolle. Nämä sinänsä tärkeät näkökohdat ovat useiden kasvien laatuketjulle yhteisiä, eivätkä kuuluneet tämän tutkimushankkeen piiriin. Kuvauksen ulkopuolelle on niin ikään jätetty porkkanan teollisuuskäyttö.

Porkkanan laatu rakentuu viljelyvaiheessa, jolloin lukuisat tekijät vaikuttavat porkkanan laadun ja säilyvyyden rakentumiseen. Korjuusta eteenpäin on kyse lähinnä näin syntyneen laadun säilyttämisestä. Varastoinnista aina kuluttajan lautaselle saakka ketjun kaikissa vaiheissa laadun säilyttämisen kannalta keskeistä on tuoreuden hallinta erityisesti lämpötilaa ja viipymisaikoja kontrolloimalla, sekä mahdollisten makuvirheitä aiheuttavien tekijöiden eliminointi. Porkkanan laatu säilyy parhaiten, kun varastointi- ja kuljetuslämpötila pidetään riittävän alhaisena, porkkana kulkee mahdollisimman nopeasti varastosta kuluttajalle, eikä joudu missään vaiheessa alttiiksi maku- ja hajuvirheitä aiheuttaville muille tuotteille.

Alusta loppuun hyvin toteutettu laatuketju varmistaa kuluttajalle terveellisen kotimaisen makunautinnon.

Kiitokset

Kiitämme Erkki Rautiota (Kotimaiset Kasvikset ry) arvokkaista kommentista käsikirjoitusvaiheessa.

Taulukko 1. Porkkanan viljely.

Kasvinvuorotus	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Todentaminen	Vastuhenkilöt
Noudatetaan riittävästä kasvinvuorotusta	Jatkuva porkkananviljely samalla lohkolla lisää kasvitautien riskiä	Ei yli 2 v. peräkkäin porkkanaa. Väh. 4 välivuotusta	1 krt / vuosi	Viljelykierron korjaaminen	Oikealla kasvinvuorotuksella vähennetään kasvitautien esiintymisriskiä	Lohkokortti	Viljelijä
Lajikevalinta							
Viljellään käyttötar-koitukseen hyvin soveltuvaa lajiketta	Laatuvirheet Huono säilyvyys, jollei varastoitavaksi soveltuva lajike	Sovel- tuva lajike	1 krt / vuosi	Lajikkeen vaihtaminen	Sopivilla lajikkeilla pienennetään laaturiskejä sekä varastotappioita	Lohkokortti; jalostajan ilmoittamat resistenssit ja suositukset	Viljelijä tai lajikkeesta päättävä sopimus-kumppani
Lannoitus							
Lannoitetaan tode- tun tarpeen mu- kaan, riskittömillä lannoitteilla	Alhainen sadon määrä, laatu ja säilyvyys, mikäli ali- tai ylilannoitusta. Ravinteiden huuhtou- tuminen, mikäli ylilan- noitusta. Haitalliset mikrobit elo- peräisissä lannoitteissa	Tarpeen mukai- nen lannoi- tus	1–3 krt / vuosi	Ravinneanaly- sit, lannoituksen tarkentaminen. Harkinta elope- räisten lannoi- teiden käytössä, välttämällä mikro- biriskejä	Tarpeen mukaisella lannoituksella varmis- tetaan sadon määrä ja laatu. Suojaravinteet, esim. kalsium, parantavat porkkanan varasto- kestävyyttä	Kirjanpito toteutetus- ta lannoi- tuksesta	Viljelijä tai työnjohtaja

Kastelu								
Kastellaan tarpeen mukaan, kasteluun soveltuvalla vedellä	Kuivuudesta johtuva sadon alhainen määrä sekä laatuvirheet	Riittävä veden saanti	1 krt / vko	Kosteusmittaus esim. tensiometrillä Kastelu tarvittaessa	Maan kosteusmittauksella selvitetään kastelun tarve	Kirjanpito kastelun ajankohdista ja kastelumääristä	Viljelijä tai työnjohtaja	
Kastellaan käyttäen soveltuvaa vettä	Kasteluveden mukana mahdollisesti leviävät haitalliset mikrobit	Puhdas kasteluvesi	1–3 krt / vuosi	Käytetään vain soveltuvaa kasteluvettä	Vältetään kastelemasta vedellä, jossa esim. huuhtoumia eläinlannasta	Tarvittaessa vesi-analysit	Viljelijä tai työnjohtaja	
Tuholaistarkkailu								
Tarkkaillaan tuholaisien esiintymistä esim. liimapyydyksin	Tuholaisvioletuksista (mm. porkkanakemppi) johtuva sadon määrän ja laadun aleneminen tai menettäminen	Riskin välitön havaitseminen	1–2 krt / vko	Vaihdetaan ja tarkastetaan pyydykset riittävän usein kun tuholaisriski on ajankohtainen	Tarkkailun ja asian-tuntevan tuholaisien tunnistuksen avulla voidaan torjunta ajoittaa ja kohdentaa oikein	Tarkkailutulokset tallennetaan paperille tai tietokoneelle	Viljelijä, työnjohtaja tai tarkkailun suorittava taho	
Kasvinsuojelu								
Todetun tarpeen mukainen kasvin-tuhoojien torjunta	Tuholaisten, kasvitautien ja rikkakasvien aiheuttamat sadon laadulliset ja määrälliset tappiot	Ei merkittäviä tappioita	1–2 krt / vko	Torjutaan kasvintuhoojat, joiden määrä ylittää torjuntakynnyksen	Tarpeen mukaisella torjunnalla vältetään satotappiot sekä tarpeettomat ruiskutukset	Kirjanpito kasvinsuojelutoimista	Viljelijä tai työnjohtaja	

Taulukko 2. Porkkanan korjuu ja varastointi.

Korjuumenetelmä	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Todentaminen	Vastuuhenkilöt
Käytetään hellävaraista korjuumenetelmää Nostovaurioiden jatkuva seuranta	Porkkana voi vaurioitua nostossa, mikä heikentää säilyvyyttä	Vaurioiden minimointi	Kokoon noston ajan	Säädetään laitteistoa tai vaihdetaan korjuumenetelmää	Hellävaraisella korjuulla parannetaan porkkanan säilyvyyttä ja vähennetään lauttappioita	Kirjataan mahdolliset ongelmat säädöissä ym.	Viljelijä tai työnjohtaja
Jyrsijöiden hallinta							
Estetään jyrsijöiden pääsy varastolaatikkoihin	Myyrät ja muut jyrsijät saattavat levittää haittamikrobeja	0 jyrsijää varastoon	Kokoon noston ajan	Huolehditaan, ettei noston aikana päädy jyrsijöitä varastoon Täydet laatikot nopeasti pellolta varastoon	Jyrsijöiden hallinta parantaa porkkanan mikrobiologista turvallisuutta	Kirjataan mahdolliset puutteet toteutuksessa	Viljelijä tai työnjohtaja
Jyrsijöiden torjunta varastosta	Jyrsijät saattavat levittää haittamikrobeja	0 jyrsijää varastossa	1 krt / vko	Tiivis varastorekennus Syöttilaatikoita varastoon vieville reiteille	Jyrsijöiden hallinta parantaa porkkanan mikrobiologista turvallisuutta	Kirjataan jyrsijäsyöttien häviäminen	Viljelijä tai työnjohtaja
Sadon jäähdytys							
Sadon nopeahko jäähdytys varastointilämpötilaan	Aistittava laatu ja säilyvyys saattavat kärsiä, jos porkkana varastoi-	Tavoitelämpötilaan alle	1 krt / vrk	Jäähdytyslaitteiston säätäminen tai korjaa-	Nopealla jäähdytyksellä parannetaan porkkanan säilymistä	Kirjataan varastolämpötilat	Viljelijä tai työnjohtaja

(noin 0 °C)	daan pitkään lämpimäsä	kahdesa viikossa		minen	hyvälaatuisena	käsin tai automaattisesti	
Varastointilämpötila							
Lämpötila pidetään tavoiterajoissa	Liian korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobin kasvun Liian korkea lämpötila heikentää porkkanan aistittavaa laatua	0–4 °C	Hälyttävä lämpömittari	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla lämpötiloilla vältetään mikrobin kasvun, sekä aistittavan laadun heikkenemisen riski	Lämpötilat tallennetaan tietokoneelle tai paperille	Viljelijä tai vastuullinen työntekijä
Varastointikosteus							
Kosteus pidetään tavoiterajoissa	Liika kuivuus kuivattaa porkkanaa ja aiheuttaa hävikkiä	97–100 %	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla kosteuspitoisuuksilla minimoidaan nestejännityksen aleneminen	Kosteusarvot tallennetaan tietokoneelle tai paperille	Viljelijä tai vastuullinen työntekijä
Erien myyntijärjestys							
Herkimmin pilaantuvat erät ensin myyntiin	Lajikeominaisuuksista, tautitilanteesta ja viljelytekijöistä johtuen jotkin erät kestävät huonommin varastointia kuin toiset	Optimaalinen myyntijärjestys	1–2 krt / vuosi	Selvitetään esim. säkkitestillä erien varastokestävyys	Säilyttämällä parhaiten varastointia kestävät erät viimeiseksi vähennetään varastotappioita	Säkkitestit tai vastaavat ja niiden dokumentointi	Viljelijä tai vastuullinen työntekijä

Taulukko 3. Porkkana pakkaamossa.

Pakkausmateriaaleista	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Todentaminen	Vastuuhenkilöt	
Pakkausmateriaalin on täytettävä elintarvikevaatimukset	Kontaminaatio (esim. mikrobit, vierasaineet)	Vaati- mukset täyttävä pakkaus materiaali	Joka pak- kausmate- riaali erä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Käytetään vain elin- tarvikkeiden pakka- ukseen hyväksytyjä pakkausmateriaaleja	Pakkaus- materiaalin myyjän antama todistus	Esimies tai vastuulli- nen henki- lö
Puhdas pakkaus- materiaali	Kontaminaatio (aiheut- tajina esim. linnut, jyrsi- jät)	Puhdas pakkaus materiaali	Joka pak- kausmate- riaali erä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Pakkausmateriaalia säilytetään puhtaassa varastossa	Omaval- vonnan mukainen kirjanpito	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä
Pesu- ja pakkaus- hygienia								
Pidetään laitteet puhtaina haitallisis- ta mikrobeista	Huono hygienia mah- dollistaa pilaajamikrobi- en sekä patogeenien leviämisen	Laittei- den puhdis- tus 1 krt / vrk	1 krt / päivä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Laitteiden säännöllinen puhdistus pienentää haittamikrobin lisääntymis- ja leviämiseriskiä. Pakat- tu ja pakkaamaton tuote pidetään / varastoidaan erillään toisistaan.	Omaval- vonnan mukainen kirjanpito	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä

Pesuvesi

Tuotteiden pesuun käytettävän veden on täytettävä juomavedelle asetettavat vaatimukset	Huonolaatuinen pesuvesi voi aiheuttaa tuotteelle laatuvirheitä ja lisätä haitta mikrobin riskiä	Vaati- mukset täyttävä vesi	1 krt / kk	Käyttäjän menpiteet	toi-	Asianmukaisen pesu- veden käytöllä välte- tään laaturiskejä	Vesiana- lyysit	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä
--	---	--------------------------------------	------------	------------------------	------	---	--------------------	--

Jätteet ja jätevedet

Huolehditaan jät- teiden asianmukai- sesta käsittelystä	Väärään paikkaan jou- tuessaan jätteet rasitta- vat ympäristöä	Asian- mukai- nen käsittely	1 krt / kk	Käyttäjän menpiteet	toi-	Asianmukaisella käsittelyllä minimoi- daan ympäristöriskit	Kirjanpito jätteiden käsittelystä	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä
---	--	--------------------------------------	------------	------------------------	------	--	---	--

Jyrsijäseuranta

Hävitetään varas- toerät (laatikolliset), joista löytyy jyrsijöi- tä	Jyrsijät saattavat levit- tää patogeenisia bak- teereita	Ei jyrsi- jöiden saastut- tamia porkka- noita	Jatkuva valvonta	Jyrsijäseuranta, käyttäjän menpiteet	toi-	Mahdollisesti saastu- neiden erien poistolla pienennetään terve- ysriskiä	Kirjanpito hävitetyistä eristä ja syistä	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä
---	--	--	---------------------	--	------	--	---	--

Lämpötila

Pakkaamon ja porkkanan lämpöti- la pidetään tavoite- rajoissa	Liian korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobin kasvun Liian korkea lämpötila heikentää porkkanan aistittavaa laatua	Tavoite on esim. +/- 1 °C tavoit- tearvos- ta	1 krt / päivä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Oikeilla lämpötiloilla vältetään mikrobin kasvun, sekä aistitta- van laadun heikke- nemisen riski	Lämpötilat kirjataan tietoko- neelle tai paperille	Esimies tai vastuulli- nen työn- tekijä
--	---	--	------------------	------------------------	------	---	--	--

Liian alhainen lämpötila
haitaksi työntekijöille

Pakkausmerkinnät

Tuote-erät merkitään tukkupakkausiksi erätunnuksella ja/tai pakkauspäivämäärällä	Erätunnuksen puuttuessa tuote-erän jäljittäminen ja mahdollisten ongelmien selvittäminen vaikeaa	Tunniste on pakkausissa	1 krt / päivä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Erätunnuksen avulla tuote-erä voidaan jäljittää ja mahdollisten laatuongelmien syyt selvittää	Kirjanpito tuote-erien alkuperästä	Esimies tai vastuullinen työntekijä
						Mahdollinen markkinoilta veto voidaan rajata pieneksi		

Säilytysaika

Pakatut tuotteet toimitetaan mahdollisimman pian eteenpäin esim. tukkukauppaan	Liian pitkä säilytys heikentää porkkanan aistitavua laatua	Alle 1 vrk	1 krt / päivä	Käyttäjän menpiteet	toi-	Lyhyellä varastointiajalla vältetään vanhentumisesta johtuva laadun heikkeneminen	Varastointi kirjanpito	Esimies tai vastuullinen työntekijä
--	--	------------	---------------	---------------------	------	---	------------------------	-------------------------------------

Taulukko 4. Porkkana kuljetuksissa.

Lämpötila	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Toden-taminen	Vastuuhenkilöt
Lämpötila pidetään tavoiterajoissa Vältetään ääri- lämpötiloja	Lämpimässä kuljetuksessa soluhengitys on kiivasta Korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobin kasvun ja heikentää laatua Jäätyminen pilaa porkkanan	1–5 °C	2 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla lämpötiloilla hidastetaan mikrobin kasvua, porkkanan versomista sekä aistittavan laadun heikkenemistä	Rekisteröivät lämpömittarit	Esimies tai vastuullinen työntekijä
Kosteus Kosteus pidetään tavoiterajoissa	Liika kuivuus kuivattaa porkkanaa ja aiheuttaa nahistumista	80–95 %	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla kosteuspitoisuuksilla minimoidaan nestejännityksen alenemista	Rekisteröivät kosteusmittarit tai muu kosteusarvojen tallennus	Esimies tai vastuullinen työntekijä
Muut tuotteet Muiden tuotteiden kuljetusta samoissa tiloissa vältetään	Porkkanan maku- ja hajuvirheet Etyleenin lähteet: banaani, omena, päärynä, tomaatti jne. Muut: sipuliyms.	Ei etyleenin lähteitä samoissa tiloissa	Joka kuorma	Kuormien järjestelyt	Oikeilla järjestelyillä vältetään porkkanan aistittavan laadun maku- ja hajuvirheet	Varastointi kirjanpito	Esimies tai vastuullinen työntekijä

Taulukko 5. Porkkana tukkukaupassa.

Lämpötila	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Toden-taminen	Vastuu-henkilöt
Lämpötila pidetään tavoiterajoissa	Liian korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobien kasvun Liian korkea lämpötila heikentää porkkanan aistittavaa laatua	1–5 °C	1 krt / päivä	Ilmoitus huolto-miehille tai käyttäjien toi-menpiteet	Oikeilla lämpötiloilla hidastetaan mikrobien kasvua, porkkanan versomista sekä aistittavan laadun heikkenemistä	Rekisteröi-vät läm-pömittarit tai lämpöti-lat tallen-netaan tietoko-neelle tai paperille	Esimies tai vastuulli-nen työn-tekijä
Kosteus							
Kosteus pidetään tavoite rajoissa	Liika kuivuus kuivattaa porkkanaa ja aiheuttaa nahistumista	80–95 %	1 krt / päivä	Ilmoitus huolto-miehille tai käyttäjien toi-menpiteet	Oikeilla kosteuspitoi-suuksilla minimoidaan nestejännityksen alenemista	Kosteusar-vot tallen-netaan tietoko-neelle tai paperille	Esimies tai vastuulli-nen työn-tekijä
Viipymisaika							
Porkkanan viipymi-nen tukussa pidetään tavoitear-voissa	Pitkä säilytysaika hei- kentää aistittavaa laatua	Esim. alle 2 vrk	1 krt / viikko	Hankinta sopeu-tetaan myyntiin Vaaditaan erä-tunnukset Poistetaan pilaantuneet tuotteet	Lyhyellä viipymisajal-la minimoidaan van-hentumisesta johtuva laadun heikkenemi-nen	Viipymis-ajat tallen-netaan tietoko-neelle tai paperille.	Esimies tai vastuulli-nen työn-tekijä

Muut tuotteet

Muiden tuotteiden säilytystä samoissa tiloissa vältetään. Haitallisten tuotteiden säilytys on kielletty kokonaan	Porkkanan maku- ja hajuvirheet Etyleenin lähteet: banaani, omena, päärynä, tomaatti jne. Muut: sipuli yms.	Ei muita tuotteita / etyleenin lähteitä samoissa tiloissa	1 krt / päivä	Käyttäjien menpiteet	toi-	Oikeilla säilytysjärjelyillä minimoidaan porkkanan aistittavan laadun maku- ja hajuvirheet	Varastointikirjanpito	Esimies ja vastuullinen työntekijä
--	---	---	---------------	----------------------	------	--	-----------------------	------------------------------------

Taulukko 6. Porkkana vähittäiskaupassa.

Lämpötila	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvonta tiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Todentaminen	Vastuhenkilöt
Lämpötila pidetään tavoiterajoissa	Liian korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobin kasvun Liian korkea lämpötila heikentää porkkanan aistittavaa laatua	1–5 °C	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla lämpötiloilla hidastetaan mikrobin kasvua, porkkanan versomista sekä aistittavan laadun heikkenemistä	Lämpötilat tallennetaan tietokoneelle tai paperille	Esimies tai vastuullinen työntekijä
Kosteus Kosteus pidetään mahdollisuuksien mukaan tavoiterajoissa	Liika kuivuus kuivattaa porkkanaa ja aiheuttaa nahistumista	80–95 %	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla kosteuspitoisuuksilla hidastetaan nestejännityksen alenemista	Kosteusarvot tallennetaan tietokoneelle tai paperille	Esimies tai vastuullinen työntekijä
Säilytysaika Säilytysaika pidetään tavoitearvoissa	Liian pitkä säilytys heikentää porkkanan aistittavaa laatua	Esim. alle 14 vrk	2 krt / viikko	Tuoreuden seuranta Poistetaan heikkolaatuiset ja yli-ikäiset tuotteet	Lyhyellä säilytysajalla minimoidaan vanhentumisesta johtuva laadun heikkeneminen	Säilytysajat tallennetaan tietokoneelle tai paperille.	Esimies tai vastuullinen työntekijä
Muut tuotteet Muiden tuotteiden säilytystä samoissa tiloissa vältetään Haitallisten tuotteiden säilytys on kielletty kokonaan.	Porkkanan maku- ja hajuvirheet Etyleenin lähteet: banaani, omena, päärynä, tomaatti jne. Muut: sipuliyms.	Ei etyleenin lähteitä tms. samoissa tiloissa	1 krt / päivä	Tarvittaessa varaston ja HeVi-tiskin uudelleen järjestely	Oikeilla säilytysjärjestelyillä minimoidaan porkkanan aistittavan laadun maku- ja hajuvirheiden syntyminen	Varastointikirjanpito	Esimies tai vastuullinen työntekijä

Taulukko 7. Porkkana ammattikeittiöissä ja kotitalouksissa. Todentaminen-sarake ei koske kuluttajaa.

Lämpötila	Riski ja aiheuttaja	Tavoite	Valvontatiheys	Toimenpiteet	Riskien hallinta	Todentaminen	Vastuuhenkilöt
Lämpötila pidetään tavoiterajoissa	Liian korkea lämpötila mahdollistaa haitallisten mikrobin kasvun Liian korkea lämpötila heikentää porkkanan aistittavaa laatua	1–5 °C	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla lämpötiloilla vältetään mikrobin kasvun, sekä aistittavan laadun heikkenemisen riski	Lämpötilat kirjataan tietokoneelle tai paperille	Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja
Kosteus Kosteus pidetään mahdollisuuksien mukaan tavoiterajoissa	Liika kuivuus kuivattaa porkkanaa ja aiheuttaa nahistumista	80–95 %	1 krt / päivä	Ilmoitus huoltomiehille tai käyttäjien toimenpiteet	Oikeilla kosteuspitoisuuksilla hidastetaan nestejännityksen alenemista	Kosteudet kirjataan tietokoneelle tai paperille	Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja
Säilytysaika Käsittämättömien porkkanoiden säilytysaika pidetään tavoitearvoissa	Liian pitkä säilytys heikentää porkkanan aistittavaa laatua	Esim. alle 7 vrk	1 krt / viikko	Poistetaan heikkolaatuiset ja yli-ikäiset tuotteet	Lyhyillä säilytysajoilla minimoidaan vanhentumisesta johtuva laadun heikkeneminen	Säilytysajat tallennetaan tietokoneelle tai paperille.	Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja
Käsittelyjä porkkanoita säilytetään vain hyvin lyhyen aikaa	Liian pitkä säilytysaika heikentää laatua ja lisää mikrobiriskiä, erityisesti raastetulla porkkanalla	Alle 2 vrk	1 krt / päivä	Ostetaan ja valmistetaan pieniä eriä (1–2 päivän tarve kerralla) Poistetaan heikkolaatuiset ja yli-ikäiset tuotteet	Lyhyillä säilytysajoilla pienennetään mikrobiriskejä ja laadun heikkenemistä	Varastointi kirjanpito tietokoneella tai paperilla. FIFO johtavana periaatteena (First in – First out)	Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja

Pesu ja kuorinta

Porkkanat pestään tai kuoritaan

Porkkanan kuoressa saattaa esiintyä karvasta makua

Pesu tai kuorinta 1 krt / viikko

Kuoriminen poistaa pintakarvauuden ja parantaa täten makua

Sisäinen laatustandardi

Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja

Porkkanan pinnassa kasvavista mikrobeista osa voi olla ihmiselle haitallisia

Pesulla tai kuorinnalla vähennetään mahdollisten haittamikrobien riskiä

Muut tuotteet

Muiden tuotteiden säilytystä samoissa tiloissa vältetään. Haitallisten tuotteiden säilytys on kielletty kokonaan.

Porkkanan maku- ja hajuvirheet

Ei muita tuotteita samoissa tiloissa

1 krt / päivä

Käyttäjien toimenpiteet

Oikeilla säilytysjärjestyksellä vältetään porkkanan aistiittavan laadun maku- ja hajuvirheet

Varastointikirjanpito

Esimies tai vastuullinen työntekijä / kuluttaja

Etyleenin lähteet: banaani, omena, päärynä, tomaatti jne. Muut: sipuli yms.

Varaston oveen ohje, mitä saa säilyttää ja mitä ei

