

# MTT RAPORTTI 171

## Peruna paremmaksi

Anu Kankaala, Soila Hiltunen, Helena Lahdenperä, Kaisa Myllykangas  
ja Elina Virtanen



---

## **Peruna paremmaksi**

---

**Anu Kankaala, Soila Hiltunen, Helena Lahdenperä, Kaisa Myllykangas ja Elina Virtanen**



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



ISBN: 978-952-487-582-0

ISSN 1798-6419

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-582-0>

<http://www.mtt.fi/mtraportti/pdf/mtraportti171.pdf>

Copyright: MTT

Kirjoittajat: Anu Kankaala, Soila Hiltunen, Helena Lahdenperä, Kaisa Myllykangas ja Elina Virtanen

Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2014

Kannen kuva: Anu Kankaala

---

# Peruna paremmaksi

---

**Anu Kankaala<sup>1)</sup>, Soila Hiltunen<sup>2)</sup>, Helena Lahdenperä<sup>2)</sup>, Kaisa Myllykangas<sup>2)</sup> ja Elina Virtanen<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> MTT Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, PL413, 90014 Oulun yliopisto, [etunimi.sukunimi@mtt.fi](mailto:etunimi.sukunimi@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Proagria Oulu, Kauppurienkatu 23, 90100 Oulu, [etunimi.sukunimi@proagria.fi](mailto:etunimi.sukunimi@proagria.fi)

## Tiivistelmä

Laadukas peruna on käyttötarkoitukseen sopivaa, virheetöntä, ravintoarvoltaan hyvää ja käyttöturvallista. Laadukas peruna ei sisällä kemiallisia torjunta-aineita, haitallisia yhdisteitä tai raskasmetalleja. Laatu-vaihtelut ovat merkittävä ongelma sekä perunan tuottajalle että käyttäjälle. Ongelmat perunan laadussa tulevat yleensä esiin vasta käsittely- tai valmistusprosessin aikana. Koetut pettymykset perunan laadussa ohjaavat kuluttajia ja suurkeittiöitä käyttämään korvaavia tuotteita ja se näkyy tuotantoketjulle markkina-osuuksien menetyksenä.

Riittävä ja tasapainoinen, maan ravinnevarat huomioon ottava lannoitus on keskeinen osa perunan viljelytekniikkaa. Peruna reagoi vaativana viljelykasvina vaihtelevaan tai epätasapainoiseen lannoitukseen sadon määrällä ja/tai laadulla. Lannoituksen suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon maa-analyyysien tulokset sekä esikasvin, tuotantosunnan, lajikkeiden ym. vaikutukset. Lisäksi sadon määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat maalaji, vesitalous, kasvukauden sääolosuhteet ja varastointi. Tässä tutkimuksessa mukuloiden ravinnepitoisuudet vaihtelivat paljon ja ravinteiden kulkeutumiseen mukuloihin vaikutti erityisesti maan pH. Maan multavuudella ei ollut yhteyttä satotasoon tai mukuloiden ravinnepitoisuuksiin. Lajikkeet reagoivat eri tavoin lannoitukseen ja kasvukauden sääolosuhteilla oli suuri vaikutus ravinteiden vapautumiseen maaperästä.

Perunan laadulla tarkoitetaan sen ulkoisia ja sisäisiä käyttöominaisuuksia sekä mukulan ravintoarvoa. Ulkoisella laadulla tarkoitetaan perunan silmännähtäviä ominaisuuksia kuten ulkonäköä, kokoa, väriä, mekaanisia vioituksia ja tautioireita. Perunan sisäinen laatu muodostuu kemiallisesta koostumuksesta, tärkkelyspitoisuudesta ja käyttöominaisuuksista. Tällaisia käyttöominaisuuksia ovat esimerkiksi keitetyn perunan jauhoisuus ja maku sekä erilaisten värinmuutosten esiintyminen raa'assa, keitettyssä tai paistetussa perunassa. Tässä tutkimuksessa havaittiin lajikkeen yhteys perunan käyttölaatuun. Lisäksi laatuun olivat yhteydessä myös muut tekijät kuten lannoitus sekä maan ja mukuloiden ravinnepitoisuudet.

Alkutuotannon ja perunan jatkojalostajien saumaton yhteistyö on välttämätöntä hyvän laadun turvaamiseksi kuluttajille. On varmistettava, ettei perunan käsittely jalostusprosessissa tai suurkeittiöissä heikennä laatua. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että toimijoiden määrän lisääntyminen perunaketjussa lisää ongelmia vuorovaikutuksessa ja palautteen kulussa. Yleisimpiä laatuongelmia keittiöillä olivat kuorettuminen, raakatumminen, hajoaminen ja hilseily. Kuoritut ja paloitellut, muovipussiin pakatut perunat olivat suosituimmat perunan käyttömuodot keittiöillä. Kuorimattoman perunan käyttö lisääntyi keittiöillä vuosien 2011-2014 välisenä aikana.

Tässä raportissa on esitelty Peruna paremmaksi – hankkeen keskeisiä tuloksia, tuotantoon liittyviä tuloksia on esitetty osassa I ja suurtalouskeittiötä koskevia tuloksia osassa II. Lisäksi raportin osassa II kuvataan tuottajien ja suurkeittiötoimijoiden yhteistyömallia.

## Avainsanat:

peruna, lannoitus, perunan viljely, käyttölaatu, suurtalouskeittiö, ammattikeittiö

---

# Better Quality of Potato

---

**Anu Kankaala<sup>1)</sup>, Soila Hiltunen<sup>2)</sup>, Helena Lahdenperä<sup>2)</sup>, Kaisa Myllykangas<sup>2)</sup> and Elina Virtanen<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Biotechnology and Food Research, P.O. Box 413, FI-90014 University of Oulu, Finland, [firstname.lastname@mtt.fi](mailto:firstname.lastname@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Proagria, Kauppurienväki 23, FI-90100 Oulu, Finland, [firstname.lastname@proagria.fi](mailto:firstname.lastname@proagria.fi)

## Abstract

Good quality potato is suitable for its use, flawless, good in nutritional value and safe to use. Good quality potato doesn't contain pesticides, harmful substances or heavy metals. The quality variations of potato are a significant problem for potato producers as well as consumers. Problems in potato quality come up usually in the handling or production processes. The disappointments in potato quality directing consumers and institutional kitchens to substitute potato with other products can be seen as a loss of market share in the production chain.

Adequate and balanced fertilization that takes into consideration the nutrient substances of the soil is an essential part of the cultivation technique of potato. Potato reacts as a demanding crop for differing or unbalanced fertilization by the yield and/or quality of the crop. In the planning of fertilization should be taken into consideration the results of soil analysis, crop rotation, line of production and varieties etc. Additionally the factors influencing the yield and quality of the crop are soil type, water management, weather conditions of growing period and storing conditions. In this research the nutrient contents of tubers varied and nutrients behaved in particular according to pH -levels. The organic matter of soils had no impact on crop yields or on nutrient contents of tubers. Cultivars differed greatly in how they responded to fertilization. Also, growing season weather conditions had a great significance to the release of nutrients from the soil.

With potato quality means its external and internal properties of use and tuber's nutritional value. In external quality a potatoes visible properties like general outlook, size, colour, mechanical damages and disease symptoms are observed. The internal quality of potato consists of chemical composition, starch content and properties of use. These properties are for example the mealiness, flavor or discolorations in raw, cooked or fried potato. In this research a connection between potato variety and cooking quality was observed. There were also other factors which affected cooking quality; fertilizing, nutrient contents in the soil and nutrient contents of tubers.

Seamless co-operation of producers and processors of potato is a necessity for securing the good quality potato for consumers. It needs to be assured that the processing of potato (cleansing, peeling, chopping and cooking up) is not to weaken the quality. In this research it was observed that there are more communication problems if the production chain of potato is long. Most common flaws in potato quality were discoloration of fresh potatoes, crusting, breaking up and scaling. Peeled and chopped potatoes in plasticpacking were used most commonly in kitchens. The use of unpeeled potatoes was raised in kitchens in the years 2011-2014.

The report is presenting main results of "Better quality of potato" -project concerning potato production, processors and institutional kitchens for managing potato quality. Additionally in the report is described producers and institutional kitchens co-operation model.

## Keywords:

Potato, Fertilization, Potato Production, Using Quality, Institutional Kitchen, Processing

---

## Alkusanat

---

Peruna paremmaksi -hanke toteutettiin vuosina 2010-2014. Hankkeen tavoitteena oli kehittää perunantuotantoa kokonaisvaltaisesti ja turvata tuotantoedellytyksiä sekä nostaa perunan imagoa ja lisätä kulutusta. Hankkeen yksilöityinä tavoitteina oli parantaa tutkimustiedon avulla perunan käyttölaatua, parantaa tuottajien ja koko perunaketjun kilpailukykyä ja kannattavuutta, edistää alan eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta tuottajalta suurkeittiöön ja tukkuun.

Hankkeessa tutkittiin tiloilta koottujen tuotantotietojen ja peruna-alan yrityksiltä saatujen laatutietojen, sekä MTT:n laatuanalyysien perusteella perunan laatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Hankkeessa kehitettiin vuorovaikutusmalli perunan tuottajien, jalostajien ja ammattikeittiöiden välille. Lisäksi hankkeessa järjestettiin perunaketjun toimijoiden välisen yhteistyön edistämiseksi keskustelutilaisuuksia ja seminaareja.

Hankkeen toteuttivat MTT Biotekniikka- ja elintarviketutkimus Oulu, Maa- ja kotitalousnaiset, ProAgria Oulu ja ProAgria Keski-Pohjanmaa. Hanke rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisrahastosta (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus). Lisäksi hanketta rahoittivat MTT, Luonnosta Oy, Profood Oy, Pohjoisen Kantaperuna Oy, Yara Suomi Oy ja Tervakankaan peruna Oy. Hankkeeseen osallistuneet tilat olivat Pohjois- ja Keski-Pohjanmaalla. Sirkku Koskela ja Risto Jokela tekivät tilakäyntejä ja osallistuivat tiedonkeruuseen. Hankkeen aineiston tilastollisen käsittelyn teki Elise Ketoja. Aineiston kokoamiseen ja analyysin toteuttamiseen osallistuivat Anna Sipilä ja Tapio Uotila sekä hankkeen projektipäällikkönä Minna Juntunen. Ammattikeittiöiden ja muiden toimijoiden yhteistyön kehittämisessä oli mukana Maija-Liisa Taus-ta-Ojala. Kiitos kaikille hankkeeseen osallistuneille.

---

# Sisällysluettelo

---

1 Johdanto.....	7
<a href="#">OSA I: Tuotanto</a>	
2 Peruna ja laatu .....	9
2.1 Perunan kemiallinen koostumus.....	9
2.2 Peruna perusuokana .....	10
2.2.1 Peruna kulutukseen .....	11
2.3 Perunan laadun arviointi.....	12
2.4 Perunan laatuun vaikuttavat tekijät .....	12
2.4.1 Ravinteet .....	12
2.4.2 Siemenperuna.....	16
2.4.3 Kasvinsuojelu.....	16
2.4.4 Vesitalous.....	16
2.4.5 Nosto ja sadon käsittely .....	17
2.4.6 Varastointi.....	17
3 Materiaalit ja menetelmät .....	19
3.1 Tuotanto- ja sadon laatutekijät .....	19
3.2 Tietopankki .....	19
3.3 Kasvukausien 2011-2013 sääolosuhteet.....	19
4 Tulokset ja tulostentarkastelu .....	23
4.1 Siemenperunaerien seuranta.....	23
4.2 Maan ravinteiden ja lannoituksen yhteys satomääriin ja satomukuloiden ravinnepitoisuuksiin.....	24
4.2.1 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys satomääriin.....	24
4.2.2 Maan ravinteiden, multavuuden ja pH:n yhteys satomääriin .....	25
4.2.3 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys mukuloiden ravinnepitoisuuksiin.....	27
4.2.4 Maan ravinteiden yhteys mukuloiden ravinnepitoisuuksiin.....	31
4.2.5 Maan pH:n, kalsium-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksien yhteys lehtien ravinnepitoisuuksiin...	32
4.2.6 Lannoitetyypen, -kaliumin ja -fosforin yhteydet lehtien ravinnepitoisuuksiin .....	36
4.2.7 Lehtien ja mukuloiden ravinnepitoisuuksien yhteydet.....	37
4.3 Perunan käyttölaatu .....	38
4.3.1 Käyttölaadun riippuvuus lajikkeesta .....	38
4.3.2 Lannoitteena annettujen kalium-, fosfori- ja typpiravinteiden sekä maan ravinteiden yhteys sadon kuiva-aineeseen ja tärkkelyspitoisuuteen.....	39
4.3.3 Maan ravinteiden yhteys sadon käyttölaatuun .....	40
4.3.4 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys sadon käyttölaatuun .....	44
4.3.5 Sadon ravinteiden yhteys käyttölaatuun.....	48
4.3.6 Sadon tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuden yhteys käyttölaatuun .....	53
<a href="#">OSA II: Perunan laatu ammattitalouskeittiöillä</a>	
5 Logistiikan ja ammattitalouskeittiön vaikutus perunan laatuun .....	56
6 Materiaalit ja menetelmät .....	58
6.1 Tiedonkeruu keittiöiltä .....	58
6.2 Vuorovaikutus ja tiedonsiirto .....	60
7 Perunan käyttölaatu ammattitalouskeittiöllä .....	61
7.1 Keittiökyselyt .....	61
7.2 Käynnit ammattikeittiöillä.....	66
7.3 Vuorovaikutus ja tiedonsiirto .....	67
8 Yhteenveto.....	70
9. Kirjallisuus .....	71
Liitteet .....	75

---

# 1 Johdanto

---

Peruna (*Solanum tuberosum L.*) on neljänneksi tärkein ravintokasvi maailmassa maissin, riisin ja vehnän jälkeen (FAO). Eri puolilla maailmaa menestyvänä ja monikäyttöisenä peruna on peruselintarvike ja vastaa osaltaan maailman väestön kasvun myötä lisääntyvään ruoan tarpeeseen (Rodríguez-Falcón et al., 2006). Perunamukuloissa on tärkkelystä 15-22%, niiden rasvapitoisuus on alhainen ja proteiinisältö viljoihin verrattavissa. Lisäksi perunoissa on C-vitamiinia, kuitua, proteiinia, hivenaineita sekä flavonoideja ja muita antioksidanteja. Jotta perunantuotanto turvataan eri tuotanto-olosuhteissa, on taattava perunan sadontuotto- ja laatuominaisuudet, tuotannon on oltava lisäksi kustannustehokasta. Perunatuotantoa on tehostettava maanosittain ja maakohtaisesti, sillä tuotanto-olosuhteet poikkeavat suuresti toisistaan.

Suomessa perunan viljelyala vuonna 2012 oli 22 700 ha (Tike 2013). Ruokaperunan tuotantomäärä vaihtelee sääolojen mukaan vuosittain 220–330 milj. kg välillä. Ruokateollisuusperunaa tuotetaan 100–125 milj. kg, tärkkelysperunaa 175–220 milj. kg ja sertifioitua siemenperunaa 22–25 milj. kg. Perunantuotanto sijoittuu Suomen länsirannikolle. Tärkkelysperunateollisuus on keskittynyt Etelä-Pohjanmaalle ja Satakuntaan, ruoka- ja ruokateollisuustuotanto tasaisesti Pohjanmaan alueelle ja n. 70 % Suomen siemenperunanviljelyalasta on Pohjois-Pohjanmaalla. Olosuhdetekijöiden lisäksi viljelijöiden ammattitaito, tuotantoon tehdyt investoinnit sekä peruna-alan yritysten sijoittuminen ovat tekijöitä perunantuotanto- ja jatkojalostuskeskittymiin. Suomen liittyminen Euroopan Unioniin sekä tuotannon ja markkinoiden toimintaympäristön muuttuminen viimeisten vuosikymmenten aikana on aiheuttanut suuria tuotannollisia ja taloudellisia haasteita perunan tuotantoon tuotantoalasta riippumatta.

Perunantuotannossa, erityisesti viljely samoilla lohkoilla saattaa aiheuttaa vinoutumaa maan ravintelaan, mikä näkyy sekä sadon määrän että laadun heikkenemisenä. Perunanviljelyyn sopivien peltojen ravinnepitoisuudet ovat hyvin vaihtelevia, osittain liian matalia. Maan pH sekä kalsium- ja magnesiumpitoisuudet laskevat yksipuolisessa perunantuotannossa, koska kalkitsemista vältetään perunaruven lisääntymisen pelossa. Peruna käyttää runsaasti kaliumia, ja ilman vuotuista kaliumlisäystä myös maan kaliumluku putoaa voimakkaasti. Aiempina vuosina perunalannoitteen suhteellisen korkean fosforipitoisuuden vuoksi vanhojen perunamaiden fosforipitoisuudet ovat usein liian korkeita. Ravinteiden epätasapaino heikentää satotasoja ja perunan laatuominaisuuksia mm. lisäämällä raaka- ja keittotummumista, ja saattaa aiheuttaa myös makuhaittoja. Perunan laadun turvaamisen kannalta lannoituksen suunnittelu on tärkeää.

Peruna on peruselintarvike ja sen kulutuksen kasvattamiselle on entistä paremmat mahdollisuudet, jos ammattikeittiöt saavat laadukasta perunaa. Perunan käytön lisääntyminen edellyttää laadun tasaisuutta. Jotta perunoiden laatu olisi moitteetonta ammattikeittiöille, kuluttajalle tai jatkoprosesointiin saakka, pitäisi panostaa entistä enemmän perunaketjun toimijoiden yhteistyöhön ja sinne kehitettäviin toimintamalleihin. Yhteistyössä olisi kohotettava peruna imagoa, ettei kotimainen kulutus laskisi nykyisestä 58 kg/hlö/vuosi tasosta (Tilastokeskus 2013).

Peruna paremmaksi -hankkeen yleisenä tavoitteena oli kehittää perunantuotantoa kokonaisvaltaisesti ja turvata tuotantoedellytyksiä sekä nostaa perunan imagoa ja lisätä kulutusta. Hankkeen yksilöityinä tavoitteina oli parantaa tutkimustiedon avulla perunan käyttölaatua, parantaa tuottajien ja koko perunaketjun kilpailukykyä ja kannattavuutta, edistää alan eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta tuottajalta suurkeittiöön ja tukkuun.



# OSA I: Tuotanto

Elina Virtanen ja Anu Kankaala

---

## 2 Peruna ja laatu

---

Perunan mukulat muodostuvat versojen maanalaisiin rönsyihin. Mukulassa rönsyn kiinnityskohtaa sanotaan tyvipääksi. Toisessa päässä on apikaalisilmu ja sitä sanotaan latva- tai silmupääksi. Päällimmäisenä mukulassa on sekundaarinen korkkikuori eli peridermi. Sen alla sijaitsee kuorikerros eli korteksi. Kuoren alla on johtojännerengas, joka tulee mukulan pintaan silmujen kohdalla. Johtojänteen molemmin puolin on parenkyymisolukkoa, ja keskellä mukulaa on sen ydinosa (Lisińska & Leszczyński 1989).

Perunan pääverson tyvestä muodostuu maan alla sivusuuntaisia rönsyjä, joissa on spiraalisesti järjestäytyneet sivusilmut, pienet lehdet ja kärkisilmu koukkumaisessa päässä. Mukulan muodostuksen alkaessa rönsyn pituuskasvu loppuu ja koukun takana oleva rönsyn osa alkaa paisua (Van Es & Hartmans 1981). Rönsyn solujen jakautuminen ja laajeneminen sekä tärkkelyksen kerääntyminen soluihin alkaa kuitenkin jo ennen rönsyn pään näkyvää laajenemista (Ewing & Struik 1992).

Mukulana kasvu alkaa toiminnallisten lehtien ja juurten muodostumisen jälkeen, 2–6 viikon kuluttua kasvin taimettumisesta. Mukulan muodostuksen käynnistymiseen vaikuttavat muun muassa lämpötila ja päivänpituus. Myös lajikkeiden aikaisuus-myöhäisyserot vaikuttavat mukulanmuodostukseen. Hormoneista gibberelliini on tärkein mukuloinnin säätelijä. Se stimuloi verson kasvua ja inhiboi mukulan muodostusta ja kasvua. Verson sakkaroosipitoisuuden on todettu vaikuttavan gibberelliinipitoisuuteen ja samalla myös mukulanmuodostukseen (Xu ym. 1998).

Täysikasvuisen perunan kuoressa on yleensä 6–10 korkkiutunutta solukerrosta, ja kuori on tyvipäässä paksumpi kuin latvapäässä (van Es & Hartmans 1981). Ympäristöolosuhteet vaikuttavat kuoren muodostumiseen. Alkuperäisen epidermin ilmarakojen kohdalle korkkikuoreen muodostuu korkkihuokosia. Huokosten määrään ja ominaisuuksiin vaikuttavat mukulan koko, maan laatu ja kosteusolot (Cutter 1978).

### 2.1 Perunan kemiallinen koostumus

Perunan kemiallinen koostumus vaihtelee riippuen lajikkeesta, viljelyolosuhteista ja kehitysvaiheesta. Koostumus muuttuu myös varastoinnin aikana. Mukulan kuiva-ainepitoisuus vaihtelee välillä 13–37 %, loput noin  $\frac{3}{4}$  on vettä. Kuiva-aine jakautuu epätasaisesti mukulassa. Korkein pitoisuus on johtojännesolukossa ja alhaisin ytimessä (Lisińska & Leszczyński 1989). Kuiva-aineen pääkomponentti on vararavintovarastona toimiva tärkkelys, jota on 60–83 % kuiva-aineesta ja 8–30 % tuorepainosta. Muita hiilihydraatteja mukulassa ovat selluloosa, hemiselluloosa, pentosaanit ja pektiinit. Tärkeimmät mukulassa esiintyvät sokerit ovat pelkistävät monosakkaridit glukoosi ja fruktoosi sekä sakkaroosi (Lisińska & Leszczyński 1989).

Mukulana tyvipään tärkkelyspitoisuus on suurempi kuin latvapään (van Es & Hartmans 1981). Tärkkelyspitoisuuteen, tärkkelysyyvästen kokoon ja ominaisuuksiin vaikuttavat perunan genotyyppi ja ympäristötekijät (Haase & Plate 1996, Morrison ym. 2001) sekä kasvuvaihe (Liu ym. 2003). Mukulan tärkkelyspitoisuus kasvaa intensiivisimmin mukulan kasvun alkuvaiheessa ja laskee hieman ennen tuleentumista. Myös tärkkelysyyväset kasvavat nopeimmin mukulan kasvun ensimmäisellä puoliskolla (Christensen & Madsen 1996).

Sokeripitoisuus on korkeimmillaan hyvin nuorissa mukuloissa ja alenee mukulan tuleentuessa (Kolbe & Stephan-Beckmann 1997). Tuleentuneiden perunoiden pelkistävien sokereiden pitoisuus nousee varastoinnin alussa. Hiilihydraattien jälkeen seuraavaksi eniten mukulassa on erilaisia typpiyhdisteitä, joita on noin 3–15 % kuiva-aineesta. Kokonaistyyppipitoisuus kasvaa mukulan tuleentuessa (Lisińska & Leszczyński 1989). Typpi esiintyy mukulassa epäorgaanisessa muodossa, proteiineissa, vapaisissa aminohapoissa, alkaloideissa ja muissa orgaanisissa yhdisteissä. Perunan proteiinit koostuvat pääosin albumiinista, globuliinista, prolamiinista ja gluteliinista. Vapaiden aminohappojen määrään ja laatuun vaikuttavat lajike, kasvuolosuhteet ja alkuperä (van Es & Hartmans 1981). Mukulan tuorepainosta noin 2 % on prote-

ineja. Perunan tärkein varastoproteiini on patatiini (Racusen & Foote 1980). Perunan epäorgaaninen tyyppi esiintyy ammoniumina, nitraattina ja joskus vähäisessä määrin myös nitriitinä. Perunoiden nitraattipitoisuus vaihtelee välillä 4–25 mg/100 g tuorepainoa. Korkeimmat nitraattipitoisuudet mukulassa ovat kuorella ja aivan sen alla olevassa solukossa (Lisińska & Leszczyński 1989). Mukulassa on lipidejä noin 0,1 % tuorepainosta. Mukulan lipidit ovat pääosin membraanirakenteiden fosfo- ja glykolipidejä. Rasvahappoja on 40–60 mg/100 g tuorepainoa. Niistä tärkeimmät ovat tyydyttymättömät linolihappo (yli 50 %), linoleenihappo ja tyydyttynyt palmitiinihappo (Galliard 1973).

Peruna samoin kuin monet muut kasvit muodostavat sekundaarisia aineenvaihduntatuotteita, jotka toimivat suoja-aineina patogeeniä vastaan. Tällaisia yhdisteitä ovat mm. fenolit, fytoaleksiinit, proteaasi-inhibiittorit ja glykoalkaloidit. Fenolit osallistuvat mukulassa moniin reaktioihin, kuten raaka- ja keittotummumiseen sekä mustelmoitumiseen. Ihmisen ruokavaliossa niillä on tärkeä merkitys mm. antioksidanteina (Friedman 1997). Suurin osa fenoleista esiintyy perunan kuorella ja korteksissa, kuoren osuuden ollessa noin 50 % (Friedman 1997). Perunoita kuorineen keitetessä osa kuoren fenoleista siirtyy siemppiin solukoihin (Mondy & Gosselin 1988).

Glykoalkaloidit ovat tyypillisiä, steroidisia glykosideja. Pieninä määrinä ne parantavat perunan makua, mutta korkeat pitoisuudet aiheuttavat kitkerää makua ja toksisuutta. Suurin osa glykoalkaloideista on  $\alpha$ -solaniinia ja  $\alpha$ -kakoaniinia. Glykoalkaloidipitoisuus riippuu lajikkeesta ja olosuhteista ja on yleensä alle 100 mg/kg tuorepainoa. Eniten glykoalkaloideja on perunan uloimmissa solukerroksissa, joten niistä 50–95 % voidaan poistaa kuorinnalla (Valkonen ym. 1996). Glykoalkaloidipitoisuus laskee perunan kasvun ja tuleentumisen myötä. Pitoisuus on suurin pienissä ja nuorissa mukuloissa (Papathanasiou ym. 1998).

C-vitamiini esiintyy mukulassa sekä pelkistettynä askorbiinihappona että hapettuneena dehydroaskorbiinihappona. Sen pitoisuus mukulassa vaihtelee suuresti ollen noin 3–40 mg / 100 g tuorepainoa (Gray & Hughes 1978). Mukulan kehittyessä askorbiinihappokonsentraatio ensin nousee ja kääntyy myöhemmin laskuun. Varastossa mukulan askorbiinihappopitoisuus laskee nopeasti erityisesti ensimmäisten viikkojen aikana (Mondy & Munshi 1993).

## 2.2 Peruna perusruokana

Peruna muodostaa kasvien ja viljavalmisteiden kanssa ruokavalion perustan. Suomalaiset kuluttajat pitävät perunaa turvallisenä, ekologisenä ja eettisenä elintarvikkeena, jonka tulee pysyä ruokakulttuurisamme. Perunaa käytetään sen terveellisyyden, hyvän maun, edullisuuden ja monipuolisten käyttömahdollisuuksien takia.

Perunan terveellisyys riippuu sen valmistustavasta. Ravintoarvon kannalta parhaat kypsennystavat ovat keittäminen, mikrossa tai uunissa kypsentäminen. Sata grammaa keitettyä, kuorittua perunaa sisältää energiaa 319 kJ/76 kcal ja rasvaa vain 0,2 g (Fineli 2014). Keitetty peruna sisältää vähemmän energiaa kuin riisi tai pasta. Sen sijaan monia hivenaineita, erityisesti kaliumia ja magnesiumia, sekä monia vitamiineja perunassa on enemmän kuin pastassa tai riisissä. Peruna on varsin merkittävä C-vitamiinin lähde. Monissa ruokavalioissa perunaa kartetaan sen suhteellisen korkean glykeemisen indeksin vuoksi. Kuitenkin perunan glykeeminen kuorma – eli sen todellinen vaikutus verensokeriin – on huomattavasti alhaisempi kuin glykeemisestä indeksistä voisi päätellä.

Perunan mukulan kuoren väri perustuu kuoren solujen solunesteessä oleviin antosyaaniväreihin. Mukulan yleensä vaalean tai keltaisen mallon värin antavat karotenoidit (Gray & Hughes 1978). Tärkeimmät karotenoidit mukulassa ovat violaksantiini, anteraksantiini, luteiini ja zeaksantiini. Lisäksi perunassa on pieniä määriä  $\beta$ -kryptoksantiinia,  $\alpha$ -,  $\beta$ -karoteenia ja neoksantiinia. Perunalajikkeiden karotenoidipitoisuuksissa on suuria eroja (Breithaupt & Bamedi 2002). Karotenoidipitoisuus korreloi mukulan keltaisen värin voimakkuuden kanssa. Myös mukulan koko vaikuttaa keltaisen värin voimakkuuteen. Pienempien mukuloiden väri on voimakkaampi kuin isojen (Lu ym. 2001). Valo lisää perunoiden karotenoidipitoisuutta varastossa. Vaikutus on suurempi lämpöisessä 20–25 °C:ssa kuin viileässä (Edwards & Cobb 1997).

Maut syntyvät perunaan erilaisista yhdisteistä, pääasiassa glykoalkaloideista, aminohapoista, sokereista, rasvoista sekä erilaisista hapoista ja nukleotideista (Jansky 2010). Myös kasvuympäristöllä ja varastoinnilla on todettu olevan vaikutusta perunan makuun. Perunan makuun vaikuttava metioniini-aminohappo

sisältää rikkiä, jolloin maan rikkitasolla voi olla vaikutusta perunan metioniinipitoisuuteen (Jansky 2010). Maasta voi muodostua perunaan myös ei-toivottuja makuja esimerkiksi liiallisen typpilannoituksen ansiosta. Lisäksi kasvinsuojeluaineiden on todettu aiheuttavan perunaan sivumakuja, silloin kun kasvuolosuhteet ovat olleet todella lämpimät (Jansky 2010). Varastointi tekee perunoista makeampia, jauhoisempia ja maukkaampia. Varastoinnin on todettu vähentävän epätoivottuja makuja. Varastointi myös vähentää mukuloiden pH:ta sekä kuiva-ainepitoisuuksia ja lisää rasvahappoja. Ihminen kykenee erottamaan viisi perusmakua, jotka ovat makea, suolainen, karvas, hapen ja umami. Suolaista lukuun ottamatta perunasta on löydettävissä kaikki nämä maut.

### 2.2.1 Peruna kulutukseen

Keitetyn perunan ominaisuudet riippuvat lajikkeesta, tuleentumisasteesta ja ympäristöstä. Perunan rakenteellisia ominaisuuksia kuvaavia termejä ovat mm. jauhoisuus, pehmeys, rakeisuus, vahamaisuus ja vetisyys (Gray & Hughes 1978). Kuumennuksen aikana perunasolut pehmenevät, mikä johtuu pektiinien liukemisesta (Ng & Waldron 1997). Keittämisen aikana soluseinät laajenevat, keskilamellit liukenevat ja soluseinistä tulee löyhempiä. Solujen välinen kontakti vähenee, kun solujen väliset tilat kasvavat (Van Marle ym. 1997). Perunaa leikattaessa solut joko halkeavat tai irtoavat toisistaan. Solut irtoavat sitä helpommin, mitä kypsemäksi perunaa on keitetty. Samalla rikkoutuvista soluista vapautuvan solunesteen määrä vähenee ja solukon rakenne muuttuu kuivemmaksi. Irronneiden ja haljenneiden solujen suhde vaikuttaa sekä solukon kuivuuteen että sen pehmeuteen. Kuivarakenteisen, jauhoisen lajikkeen solujen irtoaminen tapahtuu aikaisemmin kuin kiinteän lajikkeen (Jarvis & Duncan 1992). Mukulan latvapäässä tämä tapahtuu nopeammin kuin tyvipäässä (Nonaka 1980).

Perunalajikkeet soveltuvat eri käyttötarkoituksiin. Saman lajikkeen tärkkelyspitoisuus voi vaihdella esimerkiksi erilaisten kasvuolosuhteiden vaikutuksesta. Käytännössä samaa lajiketta voidaan myydä useammalla värikoodilla. Kuluttajille suunnattua värikoodausta käytetään päivittäistavarakaupoissa myytävissä perunoissa. Koodauksessa vihreä väri tarkoittaa kiinteää perunaa, keltainen yleisperunaa ja punainen jauhoista perunaa.

Joitakin keitetyn perunan ominaisuuksia voidaan ennustaa suoraan perunan kuiva-ainepitoisuudesta. Jos perunan kuiva-ainepitoisuus on alhainen, se on lajikkeesta riippumatta kostea ja vetinen. Korkean kuiva-ainepitoisuuden omaava peruna on jauhoisen ja mureneva (Van Dijk ym. 2002). Jauhoisuudeltaan samankaltaisten perunoiden kiinteydessä voi olla eroja (Van Marle ym. 1997b), mutta kiinteyden on myös todettu olevan kääntäen verrannollista jauhoisuuden kanssa (Van Dijk ym. 2002).

Kypsentämisen jälkeen peruna saattaa muuttua väriltään harmahtavaksi. Tämä johtuu raudan reagoimisesta keiton aikana klorogeenihapon tai jonkin toisen fenolin kanssa. Ne muodostavat kompleksin, joka jäähtymisen yhteydessä hapettuu, ja seurauksena on värillinen ferri-diklorogeenihappo-kompleksi (Gray & Hughes 1978). Perunan alttius keittotummumiselle riippuu fenoleiden ja raudan pitoisuuksista mukulassa. Keittotummumisen voimakkuuteen vaikuttavat myös orgaaniset hapot kuten sitruunahappo, jotka kilpailevat raudasta klorogeenihapon kanssa ja muodostavat raudan kanssa värittömän yhdisteen (Lisińska & Leszczyński 1989). Keittotummuminen korreloi suoraan mukulan rauta- ja klorogeenihappopitoisuuden kanssa ja käänteisesti sitruunahappopitoisuuden kanssa (Hughes & Swain 1962). Kuorineen keitetty peruna tummuu hieman kuorittua enemmän, mikä saattaa johtua fenolien siirtymisestä kuoriosasta sisempiin solukoihin (Mondy & Gosselin 1988).

Ennen keittämistä perunassa saattaa tulla esiin raakatummumista. Raakatummuminen on mustelman muodostumisen kaltainen prosessi, joka tapahtuu perunan leikkauspinnassa, kun perunaa on leikattu tai kuorittu. Raakatummuminen edellyttää solukon rikkoutumista (Gray & Hughes 1978). Polyfenolioksidasi-entsyymi hapettaa perunan fenolisia yhdisteitä, pääasiassa tyrosiinia hapen läsnä ollessa. Hapettuminen on monivaiheinen prosessi, jonka tuotteet ovat aluksi värittömiä, mutta kehittyvät lopulta mustaksi melaniini-pigmentiksi. Perunassa on pelkistäviä yhdisteitä kuten askorbiinihappoa, jotka estävät tummumista pelkistämällä hapettuneen tyrosiinin. Askorbiinihapon täytyy hapettua kokonaan ennen kuin värimuutos tulee esiin. Raakatummuminen on lajikeominaisuus, joka liittyy mukulan fenolipitoisuuteen (Lisińska & Leszczyński 1989). Tyrosiinin ja askorbiinihapon pitoisuudet mukulassa vaihtelevat kasvukauden aikana. Varastoinnin alkuvaiheessa tyrosiinipitoisuus nousee ja askorbiinihappopitoisuus laskee (Mondy & Munshi 1993). Fenolipitoisuuden on todettu olevan korkeampi varastoitaessa perunoita 4 °C kuin 10 °C

lämpötilassa (Mondy ym. 1967). Typpilannoitus lisää mallon raakatummumista (Mustonen 1999). Kalium-lannoitusta lisättäessä mukulan kokonaisfenolipitoisuus laskee ja raakatummuminen vähenee (Mondy ym. 1967).

## 2.3 Perunan laadun arviointi

YK:n talouskomission perunastandardin mukaan ruokaperunan tulee olla ehjää, tervettä, kiinteää, ulkonäöltään lajikkeelle tyypillistä ja puhdasta. Perunassa ei saa olla sellaisia ulkoisia tai sisäisiä vikoja, jotka vaikuttavat sen ulkonäköön, laatuun tai säilyvyyteen. Perunoissa ei standardin mukaan saa olla myöskään vierasta hajua tai makua (Yhdistyneet Kansakunnat 2011). Perunoiden tulisi täyttää myös käyttölaatuodotukset keittiöillä ja teollisessa jatko-prosessoinnissa.

MTT:n virallisen lajikekoeohjeen mukaan perunan ulkoista laatua arvioitaessa huomioidaan taudeista: rupi, mukularutto, sienitaudit, bakteerimädät ja muista vioituksista: mekaaniset pinta- ja maltoviat, nestejännityshalkeamat, korkkeutuneet halkeamat, mallon värivirheet, ontot, epämuotoiset, vihertyneet ja paltuneet mukulat. Lisäksi ulkoisessa laadussa otetaan huomioon mikäli perunassa on jokin muu kuin edellä mainittu vika, joka vaikuttaa sen kaupakelpoisuuteen (MTT 2008). Ulkoisessa laadussa huomioidaan perunan ulkonäkö, koko, muoto, sileys, kuoren väri ja silmien syvyys.

Sisäinen laatu käsittää mukulan ravinnepitoisuuden, tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuden, sekä käyttölaadun. Keittolaadun arvioinnissa huomioidaan MTT:n virallisen lajikekoeohjeen mukaan perunan ulkonäkö ja hajoaminen keitettynä, mallon väri, jauhoisuus, maku sekä keitetyn ja raa'an perunan tummumisherkkyys.

Kolmannes Suomessa tuotetusta perunasta käytetään perunateollisuudessa. Suurin osa on perunatärkkelysteollisuutta, mutta ruokaperunateollisuuden osuus on kasvamassa. Puolivalmiiden pakasteiden osuus on lisääntynyt, mutta myös einekset ovat yleistyneet. Tällaisten valmistusmenetelmät vaativat perunalta paljon, sillä perunan tulee säilyä prosessoinnin, jäädytyksen ja säilytyksenkin jälkeen houkuttelevana. Lisäksi suurkeittiöiden ja ravintoloiden menetelmät vaativat perunalta prosessikestävyyttä. Myös snack-perunavalmisteet asettavat omat vaatimuksensa raaka-aineelle. Perunatuotteiden valmistusvaiheet ovat moninaiset ja siitä syystä raaka-aineen laatuvaatimukset ovat haasteelliset. Laadukas peruna on käyttötarkoitukseen sopivaa, virheetöntä, ravintoarvoltaan hyvää ja käyttöturvallista.

## 2.4 Perunan laatuun vaikuttavat tekijät

Perunan käyttölaatuun vaikuttavat tuotantotekniikka ja -olosuhteet, varastointi, logistiikka ja perunan valmistusprosessi eli kaikilla tekijöillä 'pellolta lautaselle' -perunaketjussa on vaikutuksensa laatuun. Tässä raportissa tarkastellaan ensisijaisesti maan ja lannoitteina annettujen ravinteiden sekä suurkeittiötekijöiden vaikutusta perunan laatuun. Laadultaan hyvän perunan tuotantotekniikkaan kuuluu maa- ja lannoiteravinteiden tasapainoisen suhteen lisäksi asianmukainen vesitalouden hallinta, kasvinsuojelu, nosto, sadon käsittely sekä varastointi. Kasvitaudeista puhdas ja elinvoimainen siemenperuna on lähtökohta tuotannossa.

### 2.4.1 Ravinteet

Peruna reagoi vaativana viljelykasvina vaihtelevaan tai epätasapainoiseen lannoitukseen sadon määrällä ja/tai laadulla. Lannoituksen pitäisi perustua aina maanäytteenottoon ja viljavuustulosten perusteella tehtävään lannoitussuunnitelmaan. Lannoitussuunnittelussa on otettava huomioon myös lajike, maan kasvukunto, esikasvi, kasvuaika, kasvuolot sekä lannoitustapa. Suunnittelussa on tiedostettava yksittäisten ravinteiden merkitys perunaan kasvina ja ravinnesuhteiden vaikutukset laatuun.

**Typpi (N)** on kasvien eniten tarvitsema ravinne. Se on olennainen osa useissa kasvisolun komponenteissa kuten aminohapoissa, proteiineissa ja nukleiinihapoissa. Typpi stimuloi erityisesti verson kasvua. Liiallinen typpilannoitus alkukasvukaudesta saattaa aiheuttaa ontoutta mukuloihin ja kasvukauden loppupuolella hidastaa tuleentumista ja lisää mukuloiden vetisyyttä. Sopiva typen määrä vaihtelee hieman eri perunajalokkeiden välillä (Sattelmacher ym. 1990, Atkinson ym. 2003). Kandi ym. (2011) mukaan typpilannoitus

tus vaikuttaa kuiva-aineen määrään ja välillisesti myös tärkkelyksen määrään, sillä tärkkelys muodostaa merkittävän osan kuiva-aineesta (3/4 mukulan kuiva-aineesta). Yleensä typpilannoitus alentaa mukulan kuiva-aine ja tärkkelyspitoisuutta (Westermann ym. 1994, Haase ym. 2007, Laboski & Kelling 2007), mutta vaikutus saattaa olla myös vähäinen (Laboski & Kelling 2007, Öztürk ym. 2010). Alentaessaan tärkkelyspitoisuutta typpilannoitus vähentää myös keitetyn perunan hajoamista ja jauhoisuutta sekä lisää kiinteyttä (Schippers 1961). Suomalaisissa tutkimuksissa typpi on lisännyt mukulan vetisyyttä ja vähentänyt hajoamista (Kari 1998, Mustonen 1999). Typen vaikutukset keitto- tai jälkittumumiseen vaihtelevat, mm. Schippers 1961 ja Kari 1998 ovat todenneet ettei typpilannoituksen vaikutus jälkittumumiseen ole merkittävää. Typen on kuitenkin todettu lisäävän mukulan klorogeenihappopitoisuutta, joka yhdessä raudan kanssa aiheuttaa jälkittumumista, sekä korkean typen määrän suhteessa kaliumin määrään lisäävän jälkittumumista (Wang-Pruski & Nowak 2004). Raakatummumista typen on todettu lisäävän (Mustonen 1999). Typpilannoituksen on todettu lisäksi nostavan mukulan proteiinipitoisuutta (Öztürk ym. 2010), nitraattipitoisuutta (Mustonen 1999, Rogozinska ym. 2005), glykoalkaloidipitoisuutta (Love ym. 1994, Valkonen ym. 1996) ja aminohappojen pitoisuutta (Muttucumaru ym. 2013). Lisäksi typpilannoituksen on todettu vaikuttavan pelkistävien sokereiden pitoisuuteen mukulassa (Dahlenburg ym. 1990, Westermann ym. 1994).

**Fosfori (P)** on osa kasvisolun tärkeitä elementtejä kuten soluhengityksen ja fotosynteesin sokeri-fosfaatti välituotteita ja fosfolipidejä, joista solumembraanit rakentuvat. Fosforia pidetään tärkeänä ravinteena perunalle erityisesti kasvin ja mukuloiden kehityksen alkuvaiheessa, mutta liiallinen fosforilannoitus voi myös pienentää mukuloiden kokoa ja satoa. Riittävä fosforinsaanti takaa perunalle nopean verson kasvun ja kasvuston kehityksen (Rosen ym. 2014). Sinkkilannoitus vaikuttaa kasviin kertyvään fosforin määrään, sillä sinkkipitoisuuden kasvaessa lannoiteliuksessa, vähenee fosforipitoisuus erityisesti ylimmissä kasvin osissa, mutta kasvaa juurissa. Barben ym. (2007) tarjoavat selitykseksi fosfori-sinkkikompleksin muodostumista juurissa, mikä estäisi fosforin siirtymisen ylempiin osiin. Korkeammalla fosforipitoisuudella ei kuitenkaan ole vaikutusta sinkin pitoisuuteen ja kulkeutumiseen perunakasvissa. Fosforipitoisuuden lisääminen lannoiteliuksessa johtaa mangaanin kertymiseen perunan juuriin (Barben ym. 2007). Fernandes ja Soratto (2012) ovat tutkineet fosforin vuorovaikutusta muiden ravinteiden kanssa. He havaitsivat, että suuri fosforin määrä lannoiteliuksessa lisää fosforikonsentraatiota kasvissa, mutta ei tietyn rajan jälkeen enää vaikuta kuiva-aineen määrän lisääntymiseen kasvissa. Korkeat fosforipitoisuudet lannoiteliuksessa myös kasvattivat fosforikonsentraation lisäksi typpi-, magnesium-, rauta- ja mangaanikonsentraatiota perunan juurissa, mutta vähensivät kalium-, rikki-, kupari- ja sinkkikonsentraatiota heidän tutkimustensa mukaan. Kasvin versossa suurempi fosforikonsentraatio puolestaan nosti fosforikonsentraation lisäksi typpi-, kalium ja kalsiumkonsentraatiota sekä vähensi magnesium- ja kuparikonsentraatiota (Feranandes & Soratto 2012). Fosfaatti-ionin imeytymiseen kasviin vaikuttaa myös saatavilla olevan typen muoto. Nitraattitypen suuri osuus voi vähentää fosfaatin imeytymistä kun taas ammoniumtyppi lisää sen imeytymistä (Mulder 1956). Liian vähäinen fosforin saanti vaikuttaa mukulakoon pieneneeseen (Horneck & Rosen 2008). Perunan laatuun fosfori vaikuttaa kuiva-ainepitoisuuden ja tärkkelyksen kautta. Kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa merkittävästi moniin perunan keittolaatuominaisuuksiin (Van Dijk ym. 2002). Fosforilannoituksen vaikutukset mukulan kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuuteen vaihtelevat eri tutkimuksissa. Yleistettynä voidaan todeta, että fosforilannoituksella saadaan aikaan merkittävää tärkkelyspitoisuuden nousua, silloin kun maan fosforitila on alle optimin (Laboski & Kelling 2007). Jos fosforin saatavuus on riittävä, fosforilannoituksen vaikutukset satoon jäävät vähäisiksi (Öztürk ym. 2010), ja joissakin tutkimuksissa on havaittu myös tärkkelyspitoisuuden laskevan suurilla fosforilannoitusmäärillä. Niistäkin tutkimuksista, joissa fosforilla on havaittu positiivinen vaikutus perunan tärkkelyspitoisuuteen, useassa korkein tärkkelyspitoisuus on saavutettu alimmalla fosforin käyttömäärällä (Rosen ym. 2014).

**Kaliumin (K)** rooli kasvisolun osmoottisen potentiaalilin säätelyssä on tärkeä. Se aktivoi monia soluhengityksen ja fotosynteesin kannalta tärkeitä entsyymejä. Kalium stimuloi perunan varhaisvaiheen kasvua, lisää proteiinituotantoa, tehostaa veden käyttöä, parantaa säänkestävyyttä ja vastustuskykyä taudeille ja hyönteisille sekä lisää kasvien laatua ja määrää. Se on myös nitraatti-ionin vastaioni, joten kasvin saadessa liian vähän kaliumia, kulkeutuu nitraattityppi huonommin juurista ylempiin kasvin osiin. Tällöin nitraattia kertyy kasvin juuriin, mutta se ei etene muualle kasviin, eikä kasvi pääse käyttämään sitä hyödykseen. Kaliumioni on magnesiumionin kanssa kilpaileva ravinne, joten näiden kahden suhteen pitää olla lannoituksessa kunnossa, jotta mukulasato on määrältään, laadultaan ja tiheydeltään mahdollisimman hyvä (A & L Canada Laboratories 2004). Kalium ylläpitää nestejännitystä soluissa, mikä on oleellista perunan jatkojalostusprosessin kannalta. Nestetasapainon ylläpitämisen ja osmoosin säätelyn lisäksi peruna



tarvitsee kaliumia hiilihydraattien kuljetuksessa (Westermann 2005). Kaliumlannoituksen on todettu laskevan mukulan tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksia ja siten vaikuttavan perunan laatuun mm. jauhoisuuteen (Schippers 1961). Joissain tutkimuksissa tärkkelystä alentava vaikutus on tullut esille, kun kaliumia on annettu ylimäärin (Allison ym. 2001, Laboski & Kelling 2007). Kun kaliumlannoitus on optimaalisella tasolla, sen vaikutuksen mukulan kuiva-ainepitoisuuteen on todettu olevan vähäinen (Allison ym. 2001). Kalium on havaittu vähentävän perunan tummumista. Kaliumin saanti ja mukuloiden kaliumpitoisuuden nousu vähentävät erityisesti raakatummumista, mutta vaikuttavat myös jälkitummumiseen (Baerug & Enge 1974). Kaliumlannoituksella voidaan vähentää typpilannoituksen haitallisia vaikutuksia raakatummumiseen (Schippers 1961). Kaliumlannoituksen raakatummumista vähentävä vaikutus liittyy mukulan fenolipitoisuuden alenemiseen (Mondy ym. 1967, Mondy & Munshi 1993b). Kaliumin vaikutukset jälkitummumiseen ovat vaihtelevammat ja mm. Schippers 1961 on todennut, ettei kaliumilla ole vaikutusta jälkitummumiseen. Vertrejt 1968 mukaan kalium lisää mukulan sitruunahappopitoisuutta, klorogeenihapon ollessa kuitenkin merkittävin jälkitummumiseen vaikuttava yhdiste. Näiden yhdisteiden pitoisuudet mukuloissa vaihtelevat paljon eri lajikkeilla ja tämän vuoksi eri lajikkeilla kalium vaikuttaa jälkitummumiseen eri tavalla. Kaliumin on havaittu vähentävän myös paistotummumista vähentämällä pelkistävien sokereiden pitoisuutta mukulassa (Westermann ym. 1994). Kaliumlannoituksen on havaittu lisäävän perunan nitraattipitoisuutta (Rogozinska ym. 2005) ja vaikuttavan umamin intensiteettiin (Jansky 2010). Kalium vaikuttaa perunan makuun vähentäen fenolien pitoisuutta mukulassa ja lisäten askorbiinihapon pitoisuutta (Mondy & Munshi 1993b). Fenolit vaikuttavat perunan makuominaisuuksiin, mutta jotkut maistavat myös erot askorbiinihappopitoisuudessa (Mondy ym. 1971, Sinden 1976).

**Kalsium (Ca)** on osa kasvin soluseinää ja sitä tarvitaan membraanin toimintaan. Kalsium on myös viestin välittäjä useille kasvin vasteille sekä ympäristöstä johtuviin että hormonaalisiin signaaleihin. Kalsium siis vaikuttaa siihen, miten kasvi reagoi erilaisiin ympäristön aiheuttamiin stressitiloihin (Palta 1996). Fosforin lisäksi kalsiumin on havaittu vuorovaikuttavan ainakin boorin kanssa. Liiallinen boorin saanti rajoittaa kasvin kasvua ja tarjolla olevan kalsiumin ottoa (Abdulnour ym. 2000). Kalsiumin riittävä saanti on mukuloiden rakenteen ja laadun kannalta tärkeää. Kalsiumin on todettu vähentävän mukulan fysiologisia vioituksia ja parantavan kasvin vastustuskykyä taudinaiheuttajia vastaan. Kalsiumin on todettu vähentävän mustelmien muodostusta mustelma-alttiilla lajikkeilla (Karlsson ym. 2006) ja mukulan ruskolaikkuisuutta (Collier ym. 1978, Clough 1994, Olsen ym. 1996, Karlsson ym. 2006). Kalsiumlannoituksella on havaittu olevan vaikutuksia bakteerien aiheuttaman märkämädän vähenemiseen (McGuire & Kellman 1984, Forsman ym. 2004). Lisäksi mukulan kalsiumpitoisuuden ja perunaruvan välillä on havaittu yhteyksiä (Kristufek ym. 2000) Kalsiumilla ei ole todettu olevan vaikutusta mukulan kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuuksiin (Clough 1994, Laboski & Kelling 2007).

**Magnesium (Mg)** aktivoi entsyymejä, jotka osallistuvat soluhengitykseen, fotosynteesiin ja DNA:n ja RNA:n synteesiin. Lisäksi se on mukana klorofyllimolekyylin rakenteessa. Kalium ja magnesium ovat keskenään kilpailevia ravinteita (molemmat 2+ -kationeja) (A & L Canada Laboratories 2004). Magnesiumpitoisuus riippuu myös nitraattipitoisuudesta, sillä monien muiden kationien tavoin se muodostaa nitraatti-ionin kanssa kationi-anioniparin (Mulder 1956). Peruna ottaa magnesiumin määrällisesti neljännesi eniten ravinteista ja sen merkitys perunan laadulle on tärkeä (Westermann 2005). Magnesiumin vaikutukset tärkkelyspitoisuuteen ovat vaihtelevia, sen on todettu sekä nostavan, että laskevan mukulan tärkkelyspitoisuutta (Gerendás & Führs 2013). Raakatummumista on todettu esiintyvän vähemmän magnesiumlannoituksen kanssa kuin ilman magnesiumlannoitusta (Klein ym. 1981). Magnesiumlannoituksen on todettu alentavan mukulan fenolipitoisuutta (Klein ym. 1981) ja sen vaikutuksista mukulan glykoalkaloidi- ja askorbiinihappopitoisuuksiin on saatu ristiriitaisia tuloksia (Gerendás & Führs 2013).

**Natrium (Na)** on tärkeä katalyytti kasveille, jotka käyttävät C4 tai CAM -yhteytystapaa. Natrium voi jossain määrin korvata toisen yhdenarvoisen kationin, kaliumin (K<sup>+</sup>), ja että näiden kahden kationin (Na<sup>+</sup> ja K<sup>+</sup>) kulkeutuminen ja vaikutukset kasviin on jossain määrin samanlaista (Mäser ym. 2002).

**Mangaani (Mn)** aktivoi useita entsyymejä kasvisoluissa, erityisesti dekarboksylaaseja ja dehydrogenaaseja. Mangaani on vuorovaikutuksessa ainakin fosforin kanssa, mutta kationina sillä on vuorovaikutuksia myös muiden (erityisesti 2+ varautuneiden) kationien kanssa. Se korreloi positiivisesti ainakin kuparin ja sinkin kanssa (Klikocka 2011).

**Molybdeeni (Mb)** on useiden entsyymien rakenneosa. Molybdeenin määrään kasvilla vaikuttavat muista ravinteista ainakin mangaani, rikki ja fosfori. Mangaanin ja molybdeenin sekä sulfaatin ja molybdeenin määrän vuorovaikutus on negatiivista, mutta fosfaatti-molybdeenivuorovaikutus positiivista (Mulder 1956).

**Rikkiä (S)** puolestaan on kahdessa aminohapossa (kysteiinissä ja metioniinissä) ja se on useiden metabolian kannalta tärkeiden koentsyymien ja vitamiinien rakenneosa. Rikki korreloi kuparin ja sinkin sekä raudan määrään perunassa positiivisesti. Mangaanin kanssa korrelaatio on kuitenkin negatiivinen. Rikki siis vaikuttaa perunan mikroravinteiden ottoon (Klikocka 2011). Rikin puutteen on havaittu nostavan mukulan sokeri- ja aminohappopitoisuuksia, mutta vaikutukset ovat lajikeriippuvaisia (Muttucumaru ym. 2013). Rikkilannoituksen on havaittu vähentävän perunaseitin oireita (Klikocka ym. 2005).

**Boorin (B)** merkitys kasvien metaboliassa ei ole selvä, mutta se osallistuu mahdollisesti solujen elongaatioon, nukleiinihapposynteesiin, hormonivasteisiin sekä membraanin toimintaan. Boorin kohdalla riittävän pitoisuuden ja toksisen pitoisuuden välinen konsentraatioalue on pienempi kuin muiden ravinteiden kohdalla. Suuri boorin määrä voi myös rajoittaa kalsiumin määrää kasvilla ja siten vaikuttaa kasvin kasvuun ja sadon laatuun (Abdulnour ym. 2000). Boorilannoituksella on havaittu raakatummumista vähentäviä vaikutuksia. Booria annettiin kasvustoon lisälannoituksena kasvukaudella, jolloin mukulan fenolipitoisuus väheni askorbiinihappopitoisuus nousi ja raakatummuminen väheni (Mondy & Munshi 1993 a).

**Kloori (Cl)** on välttämätöntä fotosynteesissä veden pilkkomisreaktiossa, jossa syntyy happea. Lisäksi sitä tarvitaan mahdollisesti solujen jakautumiseen.

**Rauta (Fe)** on tärkeä osa elektronien siirtoon osallistuvissa entsyymeissä. Raudan määrän on jo varhain havaittu olevan kytköksissä fosforin määrään (Bolle-Jones 1955). Sittenkin on havaittu kationeina esiintyvien mikroravinteiden kuten sinkin, mangaanin ja raudan vaikuttavan toistensa käyttökelpoisuuteen ja saatavuuteen, tämän lisäksi niillä on merkittäviä yhdysvaikutuksia fosforin saannin kanssa (Barben ym. 2011). Raudan määrä korreloi myös positiivisesti rikin määrän kanssa (Klikocka 2011). Rauta heikentää perunan kasvua sekä liikaa että liian vähän saatuna, ja sen seurauksena alentaa mukulan sokeri-, tärkkelys- ja proteiinipitoisuuksia sekä nostaa fenolipitoisuuksia (Chatterjee ym. 2006).

**Sinkki (Zn)** osallistuu entsyymien aktivointiin ja jotkin kasvit tarvitsevat sitä klorofyllin biosynteesiin. Sinkki on vuorovaikutuksessa lannoitteessa fosforin kanssa (Barben ym. 2007). Lisäksi sinkki korreloi rikin sekä kuparin ja mangaanin määrään perunassa positiivisesti (Klikocka 2011).

**Nikkeli (Ni)** puolestaan on osa ureaasia, joka on ainoa tunnettu nikkeliä sisältävä entsyymi ylemmässä kasvukunnassa. Nikkelin korrelaatiosta muihin ravinteisiin on vähän tutkimustuloksia.

**Kuparia (Cu)** tarvitaan raudan tavoin elektronien siirtoon. Kupari on kasveille tärkeä ravinne, mutta kuparin kohdalla tarpeellinen konsentraatio on kaikista ravinteista pienin ja se muuttuikin nopeasti toksiseksi, jos sen konsentraatio kasvaa liian suureksi. Kupari vaikuttaa ainakin jossain määrin kasvin sulfaatti- ja nitraatti-ionien ottoon tehostaen sulfaatti-ionien ja vähentäen nitraatti-ionien ottoa (Shahbaz ym. 2010). Vastaavasti kupari on yksi niistä mikroravinteista, joiden ottoon rikki vaikuttaa. Kuparin määrä korreloi positiivisesti myös sinkin ja mangaanin määrän kanssa (Klikocka 2011).

**pH** on kasvin ravinteiden otton kannalta äärimmäisen tärkeä tekijä, sillä se määrittää, missä muodossa ravinteet liuoksessa ovat, mikä puolestaan vaikuttaa siihen, miten hyvin saatavilla ravinteet kasville ovat. Kunkin ravinteen vaste pH:n muutokseen on yksilöllinen.

Ravinteet siirtyvät kasviin veden mukana, joko bulkkivirtauksen tai diffuusion avulla. Useimmat kasvit voivat myös imeä sumutettuja ravinteita lehtiensä avulla. Lisäksi useat kasvit muodostavat sienijuuren yhdessä sienien kanssa, jolloin ne antavat sienelle hiilihydraatteja ja saavat ravinteita ja vettä sieneltä (Taiz & Zeiger 2006).



**Taulukko 1. Eri ravinteiden lasketut osuudet perunan mukuloissa ja kasvustossa. Maksimimäärä = 100 %, < 100% = hävikki kasvukauden lopussa.**  
Lähde: Kolbe & Stephan-Beckman, 1997.

	Mukula	Lehdet, varret
Kuiva-aine	78,4	12,4
Tärkkelys	89,9	0,6
Kokonais-N	76,1	16,8
Glykoalkaloidit	30,2	29,1
Askorbiinihappo	40,5	14,8
P	85,9	11,3
K	83,7	8,7
Ca	6,6	83,7
Mg	39,5	52,8
Mn	18,8	64,4

## 2.4.2 Siemenperuna

Siemenperunan iällä on merkittävä vaikutus perunan kasvuston ja sadon kehitykseen. Fysiologisella iällä tarkoitetaan mukulan kehitysasetta, johon vaikuttavat nostosta kulunut aika, varastolämpötila, kasvuhistoria ja lajike. Fysiologisesti elinvoimaisessa vaiheessa oleva mukula muodostaa helposti ituja ja lähtee maahan istutettuna nopeasti kasvuun. Fysiologinen vanheneminen vähentää mukulan sisäistä apikaalidominanssia, jolloin mukulasta kasvaa useampia versoja kuin fysiologisesti nuoresta siemenperunasta. Useasta versosta muodostuu myös enemmän maanalaisia rönsyjä ja mukuloita. Fysiologisesti vanhaan siemeneseen liitetään myös nuoreen siemeneseen verrattuna aikaisempi tuleentuminen ja nopeasta alkukehityksestä huolimatta pienempi sato (Ewing & Struik 1992). Kasvitaudeista puhdas siemenperuna on merkittävä tekijä myös kehittyvien tytärmukuloiden kasvinterveyteen.

## 2.4.3 Kasvinsuojelu

Huolellisella ja suunnitellulla kasvinsuojelulla pyritään hallitsemaan kasvitaudit sekä rikkakasveja vapaa kasvusto. Perunalla esiintyy useita virus-, bakteeri-, sieni-, sienimäisten itiöiden aiheuttamia tauteja ja niistä saattaa aiheutua merkittäviä sato- ja laatutappioita. Kasvitautilien hallinta perustuu terveen siemenperunan käyttöön, kemialliseen torjuntaan sekä muihin viljelytekniisiin, ennalta ehkäiseviin torjuntakeinoihin. Myös taudinkestävien lajikkeiden valintaan on kiinnitettävä huomiota (Tuomola & Valkonen 2013). Rikkakasveja vapaa kasvusto edesauttaa kasvitautilien hallintaa sekä mahdollistaa perunakasvuston normaalin kehittymisen ja ravinteiden tehokkaamman hyväksikäytön.

## 2.4.4 Vesitalous

Kasvin kasvu ja vesitalous ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa. Kasvit tarvitsevat vettä yhteyttämistuotteiden ja ravinteiden kuljetukseen, solupaineen ylläpitoon, fotosynteesiin ja haihuttamiseen. Peruna tarvitsee vettä sadonmuodostukseen muita kasveja enemmän. Yhden satokilon tuottamiseen Suomen olosuhteissa tarvitaan vettä 100-200 litraa (Aura 1997), mikä tarkoittaa 350-500 mm sadantaa kasvukauden aikana. Luontainen sadanta on noin 250 mm, joten sadannan vaje eli kastelutarve on noin 100-200 mm. Perunan juuristo on heikosti kehittynyt ja juuret ovat lisäksi lähellä maanpintaa. Lisäksi perunaa viljellään yleensä karkeilla kivennäismailla, joiden vedenpidätyskyky on huono. Kastelutarvetta lisää vielä se, että perunamaiden vapaasta maanpinnasta haihtuu vettä runsaasti kesä-elokuun aikana.

Ennen taimettumista perunan vedentarve on vähäinen. Taimettumisesta mukulanmuodostukseen peruna kuluttaa vettä noin 1,5 mm/vrk ja mukulanmuodostuksesta kukkanuppujen ilmestymiseen noin 2,5

mm/vrk. Perunan alkukehitysvaiheissa vedenpuute hidastaa kasvuston kehittymistä ja pienentää kasvuston korkeutta, lehtialaa sekä rönsyjen ja mukuloiden määrää. Pahimmillaan vedenpuute pysäyttää mukulanmuodostuksen, joka alkaa vasta maan kosteuden palaututtua. Mukulasadon kasvuvaiheessa maan kosteudella on ratkaiseva vaikutus perunan lopulliseen satoon ja mukulakokoon (Wikman ym. 1996). Ruokaperunan tuotannossa pyritään tasaiseen maankosteuteen koko viljelykauden aikana. Perunarupea voidaan torjua tasaisella maankosteudella mukulanmuodostusvaiheessa. Kastelulla voidaan myös vähentää mukuloiden epämuotoisuutta, maltovikoja kuten onttoutta, sisäistä ruskettumista tai ruskolaikkuisuutta, sekä kasvuhalkeamien muodostumista. Liian runsas kastelu puolestaan saattaa lisätä monien kasvitautien riskiä.

#### **2.4.5 Nosto ja sadon käsittely**

Perunan nosto ja käsittely aiheuttavat vaurioita mukuloihin. Vauriot saattavat tulla näkyviin vasta muutamien päivien tai viikkojen kuluttua väri- ja solukkomuutoksina. Vaurioiden syntyyn vaikuttavat sekä käsittelyolosuhteet että mukulan ominaisuudet. Tärkeimpiä ulkoisia tekijöitä ovat käytettävät välineet, maan rakenne ja kosteus sekä lämpötila (Gray & Hughes 1978).

Kolhut ovat ulkoisia kuoren ja mallon vioittumia, joissa solukko rikkoutuu silmin nähtävästi. Kolhujen syntymistä edistää mukulan suuri koko ja kiinteys. Sen sijaan rakenteeltaan löyhemmät perunat ovat alttiimpia mustelmille (Gray & Hughes 1978). Mustelmat ovat mukulan sisäisiä, iskuista johtuvia vaurioita. Ne kehittyvät vähitellen eivätkä yleensä näy päällepäin ilman mukulan kuorimista. Vahingoittuneelle alueelle muodostuu eriasteisia keltaisia, punaisia, ruskeita, sinisiä ja harmaita pigmenttejä, jotka myöhemmin muuttuvat mustiksi. Mustelma on läpimitaltaan noin 5–10 mm kokoinen tumma alue 2 mm syvyydessä pinnan alla. Solukon musta väri on peräisin melaniini-pigmentistä (McGarry ym. 1996). Viileä lämpötila ja alhainen mukulan turgorpaine lisäävät mustelmien muodostumista (McGarry ym. 1996). Myös kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen herkistää mustelmille (Baritelle & Hyde 2003).

Perunan mukuloissa esiintyy erityyppisiä halkeamia. Fysiologiset kasvuhalkeamat johtuvat nopeista muutoksista kasvunopeudessa ja nestetasapainossa. Myös virusinfektiot aiheuttavat kasvuhalkeamia. Mekaaniset iskut aiheuttavat matalia ja epäsäännöllisiä halkeamia. Varastossa mukulan pintaan voi syntyä pieniä kapeita halkeamia mukuloihin, jos niiden turgorpaine on suuri. Näiden halkeamien syntymistä edistää nestejännityksen lisäksi myös matala lämpötila.

#### **2.4.6 Varastointi**

Perunan mukula on elävä organismi, jossa tapahtuu metabolisia muutoksia myös varastoinnin aikana. Sen elintoiminnot ovat koko ajan käynnissä, vaikkakin heikkona. Mukulan tärkeimmät elintoiminnot ovat haihduttaminen, hengitys ja itäminen (Lisińska & Leszczyński 1989).

Mukula ottaa tarvittavan energian varavintovarastoistaan. Tärkkelys hajotetaan glukoosiksi, josta hengityksen avulla vapautetaan energiaa. Tämä kuluttaa mukulan kuiva-ainetta ja ilman happea sekä tuottaa energian lisäksi hiilidioksidia ja vettä. Hengityksen voimakkuuteen vaikuttavat mukulan kuoren ominaisuudet, tuleentuneisuus, dormanssin vaihe, lajike ja vioittumat sekä varastointiolosuhteet: lämpötila, happi- ja hiilidioksidipitoisuudet. Myös vioittumat ja peseminen lisäävät hengitystä (Van Es & Hartmans 1981). Hengitys on voimakkainta heti noston jälkeen, ja laskee ensimmäisten viikkojen aikana. Nuoret mukulat hengittävät voimakkaammin kuin tuleentuneet. Hengitys on hitainta varaston lämpötilan ollessa 3–5 °C (Lisińska & Leszczyński 1989).

Veden haihtumiseen mukulasta vaikuttaa mukulan vesipitoisuus, kuoren ominaisuudet, varaston ilman kosteus, lämpötila ja tuuletus. Haihdunta lisääntyy korkeassa lämpötilassa ja alhaisessa suhteellisessa kosteudessa. Haihtuminen on suurinta heti noston jälkeen, koska mukulan kuori on ohut ja löysästi sidoksissa maltoon. Kuoren ja mallon vioitukset aiheuttavat merkittäviä hävikkejä lisäämällä haihtumista (Lulai & Orr 1995). Runsa haihtuminen aiheuttaa mukuloiden kuivumisen ja kutistumisen (Lisińska & Leszczyński 1989). Haihtuminen vaikuttaa mukuloiden painohävikkiin enemmän kuin hengitys.

Noston ja käsittelyn aikaisen kolhiutumisen ja varhaisperunan kuoren irtoamisen takia varastoinnin alkuvaiheessa mukuloissa voi olla kuorettomia alueita. Kuoreton pinta altistaa mukulan haihdunnan lisäksi myös taudinaiheuttajille. Mukulan pintaan muodostuu haavasolukkoa ja kostea ilma ja korkea lämpötila

edistävät sen kehitystä. Varastoinnin alkuvaiheessa myös sekundaarinen kuori paksuuntuu ja muuttuu pysyvämmäksi (Lisińska & Leszczyński 1989).

Varastoinnin aikana mukuloissa tapahtuu tärkkelyksen muuntamista sokereiksi ja päinvastoin. Matalissa lämpötiloissa tärkkelyksen hajotus kiihtyy, pelkistävien sokereiden ja sakkaroosin pitoisuudet kasvavat ja peruna makeutuu. Muutokset membraanien rakenteessa ja toiminnassa helpottavat metaboliittien kulke- mista amyloplastin membraanin läpi (Sowokinos 2001). Varastointi 3 °C:ssa lisää sokeripitoisuutta ja membraanien läpäisevyyttä verrattuna 9 °C lämpötilaan (Spychalla & Desborough 1990). Kun lämpötila nostetaan korkeammaksi, osa kylmän vuoksi muodostuneista sokereista muuntuu takaisin tärkkelykseksi (Van Es & Hartmans 1981).

Valon vaikutuksesta tapahtuva perunan pinnan vihertyminen johtuu klorofyllin muodostuksesta pin- tasolukossa. Lämpötila vaikuttaa myös klorofyllin muodostumiseen, joka on 5 °C lämpötilassa huomatta- vasti vähäisempää kuin 20 °C lämpötilassa (Edwards & Cobb 1997). Lajikkeilla on merkittäviä eroja klo- rofyllin muodostumisessa (Griffiths ym. 1994). Vaikka klorofylli ja glykoalkaloidit muodostuvat saman- aikaisesti valon vaikutuksesta, ne ovat kuitenkin toisistaan riippumattomia prosesseja (Edwards ym. 1998).

---

## 3 Materiaalit ja menetelmät

---

### 3.1 Tuotanto- ja sadon laatutekijät

Hanke-osiossa kerättiin tietoa perunan tuotanto- ja laatutekijöistä. Tilojen lohko-kohtaiset tuotantotiedot (maan ravinnetila, viljelytoimenpiteet, satomäärät) kerättiin viljelysuunnitteluohjelman (Wisu) ja lohko-tietopankin avulla. Tuotantotiloilta koottuun tietoon yhdistettiin ko. tiloilta ja lohkoilta tuotettujen peruna-satojen laatutiedot. Sadon laatutietoja saatiin sekä yritysiltä, että MTT:n laatuanalyyseista.

Peltolohkojen sadoista otettiin näytteitä ravinneanalyysiin. Analyyseissa määritettiin kuiva-ainepitoisuus ja ravinteista boori-, kalsium-, kupari-, rauta-, kalium-, magnesium-, mangaani-, natrium-, fosfori-, rikki- ja sinkkipitoisuudet. Mukulaan kertyneiden ravinteiden pitoisuudet vaikuttavat sadon käytökelpoisuuteen (esim. tummumisherkyys) ja ne ovat yhteydessä vahvasti maan ravinnetilaan sekä lan-noitukseen. Vuosina 2012-2013 ravinneanalyysit tehtiin myös perunan lehdistä ennen kukintaa kehitysasteella 50-59. Lehtien ravinneanalyyseissa analysoitiin muiden ravinteiden lisäksi myös typpi. Satonäyt-teistä määritettiin tärkkelypitoisuus ja keittolaatu, sekä huomioitiin mahdolliset käyttölaatua heikentävät taudit ja vioitukset.

Tässä tutkimuksessa perunan keittolaatu koostuu rikkikiehumisesta, jauhoisuudesta, ulkonäöstä, mallon väristä, mausta sekä jälki- ja raakatummumisesta. Keittolaadun määrittämisessä näytekokona oli 25 mukulaa, joista 15 mukulaa käytettiin varsinaisen keittolaadun arviointiin ja 10 mukulaa raakatummumisen arviointiin. Näytteeseen valikoitiin terveitä, ehjiä mukuloita, jotka kuorittiin koneellisesti (karborundum). Kuoritut mukulat keitettiin kypsiksi, kypsyyttä testattiin keiton lopulla ohuella teräslangalla. Keittolaadun arvostelu suoritettiin siten, että jauhoisuuden, rikkikiehumisen, jälki- ja raakatummumisen osalta näytteen jokainen mukula arvosteltiin yksitellen, ja lopullinen tulos oli mukuloiden arvosanojen keskiarvo. Maun, mallon värin ja ulkonäkö keitettynä osalta laatu määritettiin yleisarvosteluna koko näytteestä. Keittolaadun arviointi suoritettiin asteikolla 1-9 kaikilla ominaisuuksilla (liite 1).

Vuosina 2012 ja 2013 toteutettiin siemenperunaerien seuranta Challenger-, Annabelle- ja Saline- lajikkeilla. Lajikkeista jaettiin samaa siemenettä kolmen eri tilan lohkoille Liminka-Lumijoki- ja Himanka-Kalajoki-alueille sekä MTT:n koekentälle. Lohkoilta havainnoitiin mukula- ja versolukumäärät, analysoitiin lehtien ja mukuloiden ravinteet, määritettiin sadon tärkkelypitoisuudet ja keittolaadut. MTT:n koekentällä lajikkeista havainnoitiin lisäksi kehitysasteet ja kasvustotaudit.

### 3.2 Tietopankki

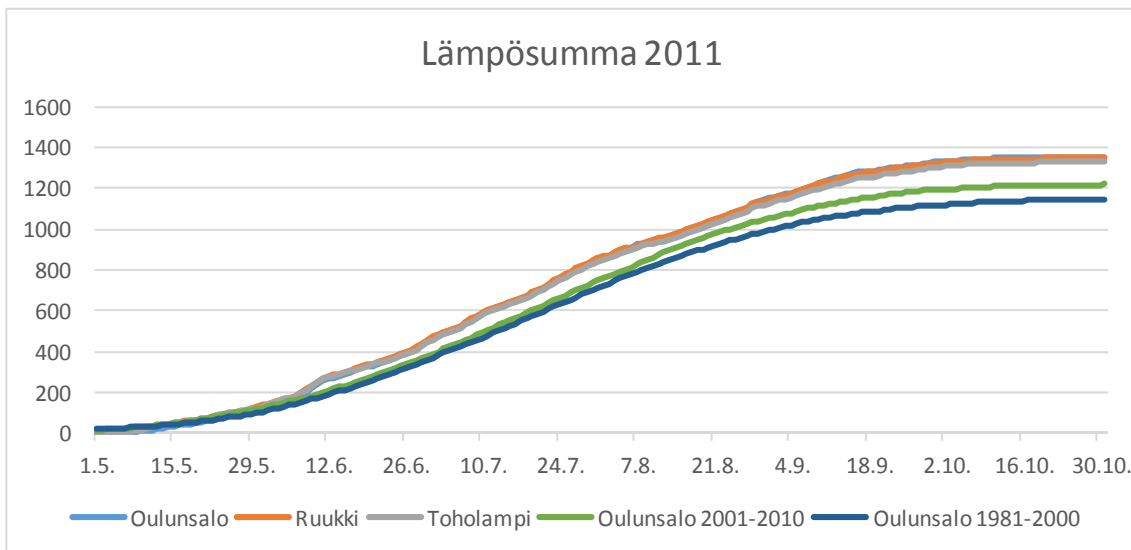
Tiedonkeruu-osiossa kerätyt tiedot koottiin yhteen tietokantaan, tietopankkiin. Niiden pohjalta laadittiin yhteenvetoja, vertailuja ja laskelmia tilastomatemaattisten menetelmien avulla. Tietopankkiin koottiin tiedot vuosilta 2010-2013 ja saatiin käyttöön aineisto, jonka pohjalta voitiin vetää johtopäätöksiä eri tuotantotekijöiden yhteyksistä satoon ja sen laatuun. Tietopankki-osiossa yhdistettiin lohkotietopankista kootut lohkojen viljely- ja satotiedot sadon laatu- ja ravinnetietoihin. Osalta näytelohkoista viljely- ja satotiedot on koottu excel-taulukon, jos tietoja ei syystä tai toisesta saanut lohkotietopankista (esim. käytössä joku muu viljelysuunnitteluohjelma kuin Wisu).

### 3.3 Kasvukausien 2011-2013 sääolosuhteet

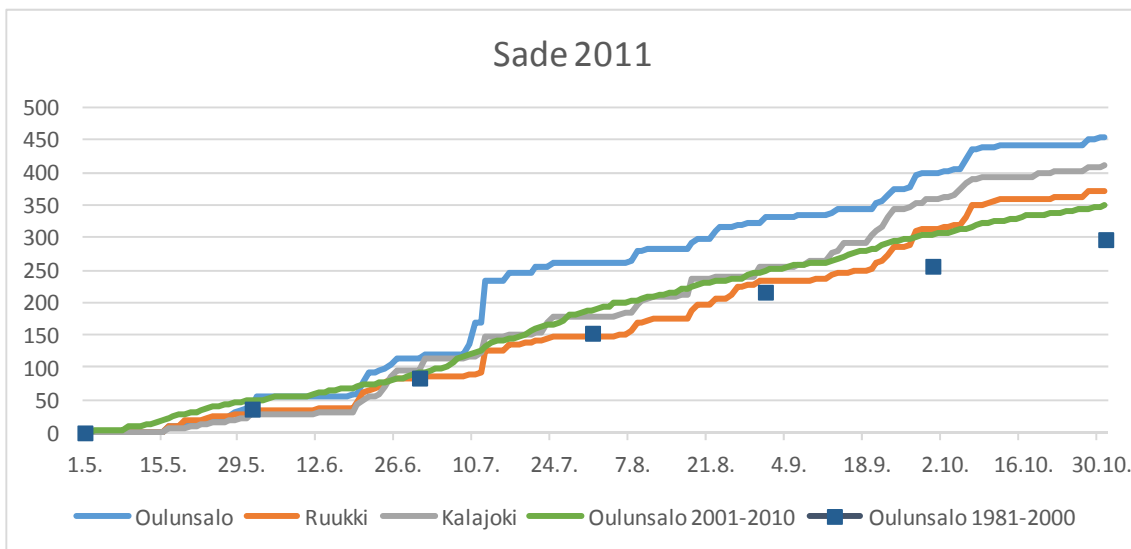
Kasvukauden sääolot vaikuttavat kehittyvän sadon määrään ja laatuun.

Tutkimuksessa käytetyt säätiedot on koottu Ilmatieteen laitoksen virallisilta sääasemilta, Oulunsalosta, Siikajoelta, Toholammilta ja Kalajoelta. Oulunsalon ja Siikajoen mittauspisteiltä säätiedoista on käytetty lämpösummaa ja sademäärää, Toholammin mittauspisteeltä oli saatavissa vain lämpötilatieto, joten sademäärät on otettu Kalajoen mittauspisteeltä.

**Kasvukausi 2011** oli sääolosuhteiltaan hieman normaalia lämpimämpi ja sateisempi. Lämpösusma (kuva 1) 1.5-31.10.2011 oli Oulunsalon mittauspisteellä 1357,7 °C, Siikajoen mittauspisteellä 1353°C ja Toholammilla 1332 °C. Oulunsalon mittauspisteellä vertailukauden 1981-2000 lämpösusma on ollut 1146,4°C ja kauden 2001-2010 lämpösusma on ollut 1219,7°C. Kasvukauden 2011 sademäärät olivat normaalia runsaammat kaikilla mittauspisteillä (kuva 2). Oulunsalon sademäärä oli 453,8 mm, Siikajoen 372,8 mm ja Kalajoen 409,5 mm. Sademäärät ovat yli 100 mm normaalia suuremmat Oulunsalon vertailukauden 1981-2000 sademäärän ollessa 297,2 mm ja kauden 2001-2010 sademäärän 349,6 mm. Oulunsalossa sateisin kuukausi oli heinäkuu, jolloin kuukausittainen sademäärä oli jopa 145,1 mm. Kalajoella sen sijaan sateisin kuukausi oli syyskuu, jonka sademäärä oli 102,9 mm.

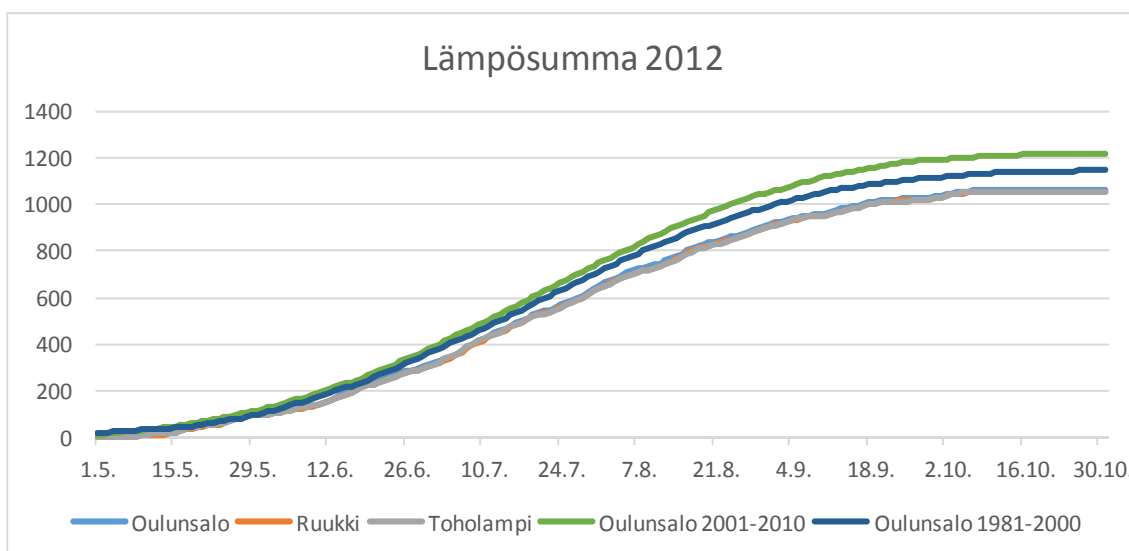


Kuva 1. Lämpösusma 1.5-31.10.2011 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

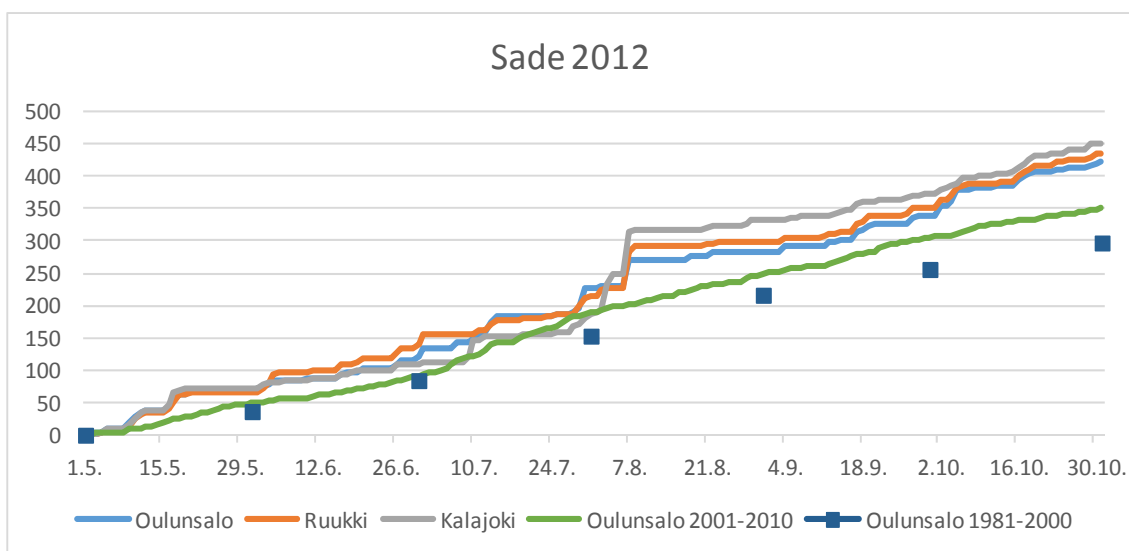


Kuva 2. Sadesusma 1.5-31.10.2011 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

**Kasvukausi 2012** oli lämpötiloiltaan lähes normaali, kuitenkin hieman vertailukauden 1981-2000 keskiarvoa viileämpi ja normaalia sateisempi. Lämpösusma (kuva 3) Oulunsalon mittauspisteellä oli 1065,1 °C, Siikajoen mittauspisteellä 1057,6 °C ja Toholammilla 1057,3 °C. Oulunsalossa ja Siikajoella etenkin kesäkuu oli normaalia viileämpi. Sademäärältään kasvukausi 2012 oli normaalia sateisempi (kuva 4). Oulunsalon sademäärä 1.5-31.10.2012 oli 420,9 mm, Siikajoen 434,4 mm ja Kalajoen 450,3 mm. Oulunsalossa sateisin kuukausi oli kesäkuu, jolloin sademäärä oli 106,4 mm. Kalajoella sateisin kuukausi oli elokuu 148,1 mm:n sademäärällä.

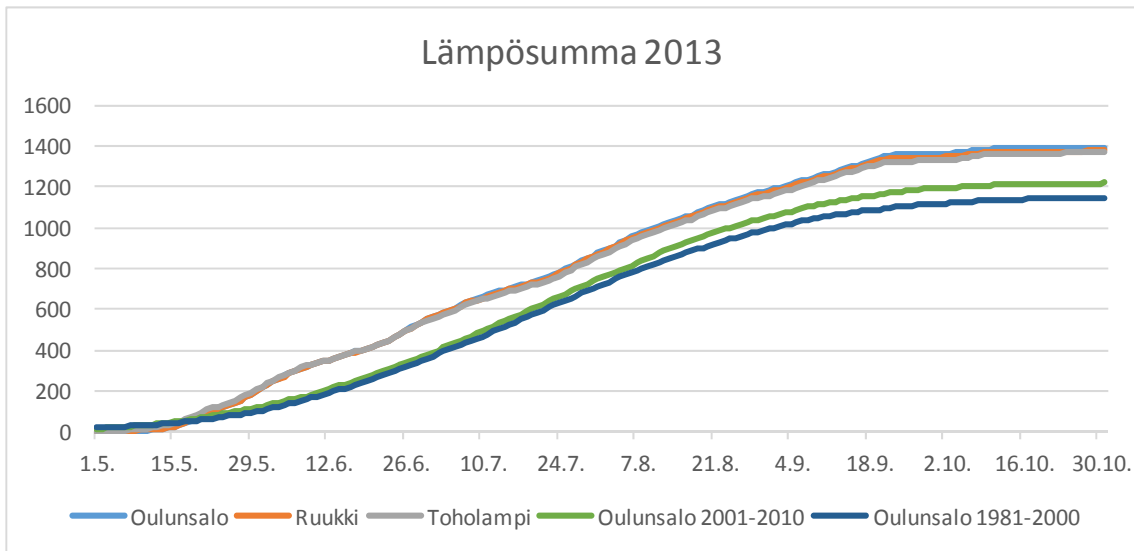


Kuva 3. Lämpösumma 1.5-31.10.2012 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

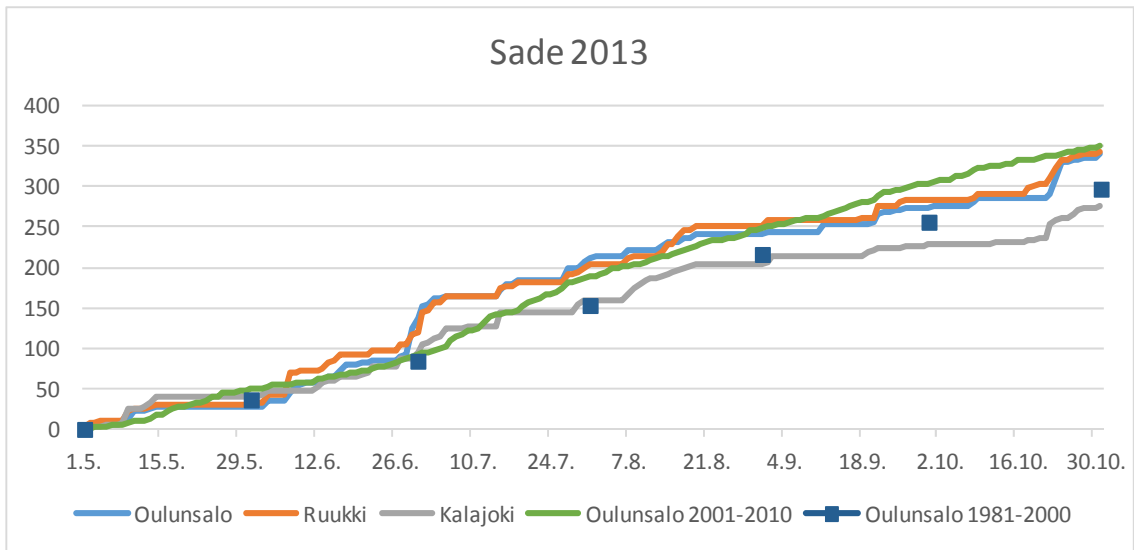


Kuva 4. Sadesumma 1.5-31.10.2012 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

**Kasvukausi 2013** oli normaalia lämpimämpi ja sademäärältään normaali. Lämpösumma (kuva 5) Oulunsalossa oli 1394,5 °C, Siikajoella 1381,4°C ja Toholammilla 1374,7 °C. Erityisesti toukokuu oli normaalia lämpimämpi. Sademäärältään vuosi 2013 oli normaali (kuva 6). Oulunsalon sademäärä oli 340 mm, Siikajoen 343,6 ja Kalajoen 276,9 mm. Oulunsalossa kesäkuu oli poikkeuksellisen sateinen, loppukesän ja syksyn ollessa hieman normaalia vähäsateisempia.



Kuva 5. Lämpösumma 1.5-31.10.2013 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

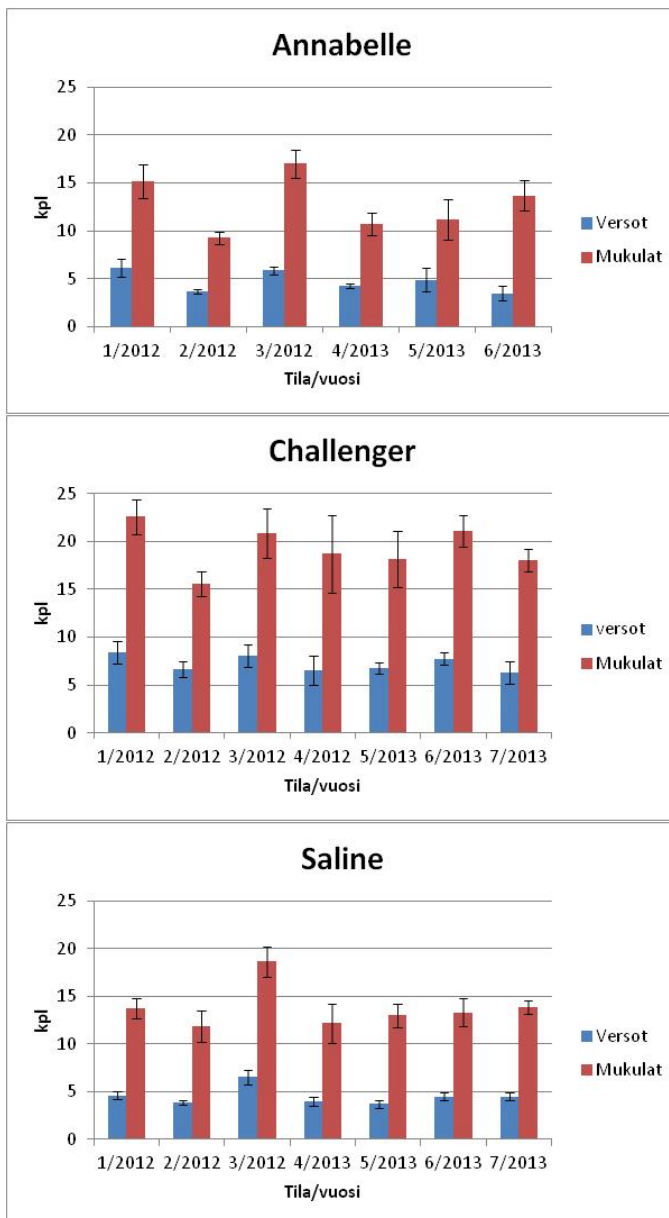


Kuva 6. Sadesumma 1.5-31.10.2013 eri mittauspisteillä Pohjois-Pohjanmaalla.

## 4 Tulokset ja tulostentarkastelu

### 4.1 Siemenperunaerien seuranta

Vuosina 2012-2013 toteutetussa siemenperunaerien seurannassa tutkittiin, Annabellen, Salinen ja Challengerin mukula- ja varsilukumääriä eri lohkoilla/tuotantopaikoilla. Kaikkien lajikkeiden verso- ja mukulalukumäärät vaihtelivat; mukulalukumäärän vaihtelu oli pienintä kumpanakin vuonna Saline-lajikkeella. Versolukumäärän vaihtelu oli pienintä Challenger-lajikkeella 2012 ja Salinella 2013. Vaihtelun syitä ei pystytä erittelemään, vaikuttavia tekijöitä ovat mm. tila, lohkon ravinnetila ja lannoitus, kasvukauden olosuhteet. Esimerkiksi lohkon multavuutta tarkasteltaessa Salinella ja Challengerilla 2012 runsas multaisimman lohkon mukulalukumäärä jäi alhaisimmaksi. Vuonna 2013 Annabellella ja Challengerilla tilanne oli päinvastoin (kuva 7).



Kuva 7. Verso- ja mukulalukumäärien vaihtelu Annabelle-, Challenger- ja Saline-lajikkeilla eri lohkoilla vuosina 2012-2013.



## 4.2 Maan ravinteiden ja lannoituksen yhteys satomääriin ja satomukuloiden ravinnepitoisuuksiin

Tulosten tarkastelu tehtiin lajikkeittain niiden lajikkeiden osalta, joista oli riittävästi havainto- tai analyysituloksia, muiden lajikkeiden tarkastelu oli lajikejoukkotarkastelua (25 kpl). Van Gogh (2011 ja 2012), Asterix (2011 ja 2013) ja Challenger (2013) olivat lajikekohtaisessa tarkastelussa.

Kasvukauden sääolosuhteilla saattaa olla suurikin vaikutus lannoitteiden ja maan ravinteiden hyväksikäyttöön. Vuosi 2011 oli sääoloiltaan normaalia sateisempi ja hieman normaalia lämpimämpi, vuosi 2012 oli normaalia sateisempi, lämpötiloiltaan lähes normaali ja vuosi 2013 oli hieman normaalia sateisempi ja normaalia lämpimämpi. Tarkastelussa katsottiin vaikuttavatko suuremmat ravinne määrät joko lannoitteina annettuina tai maassa olevina pitoisuuksina sato-ominaisuuksiin.

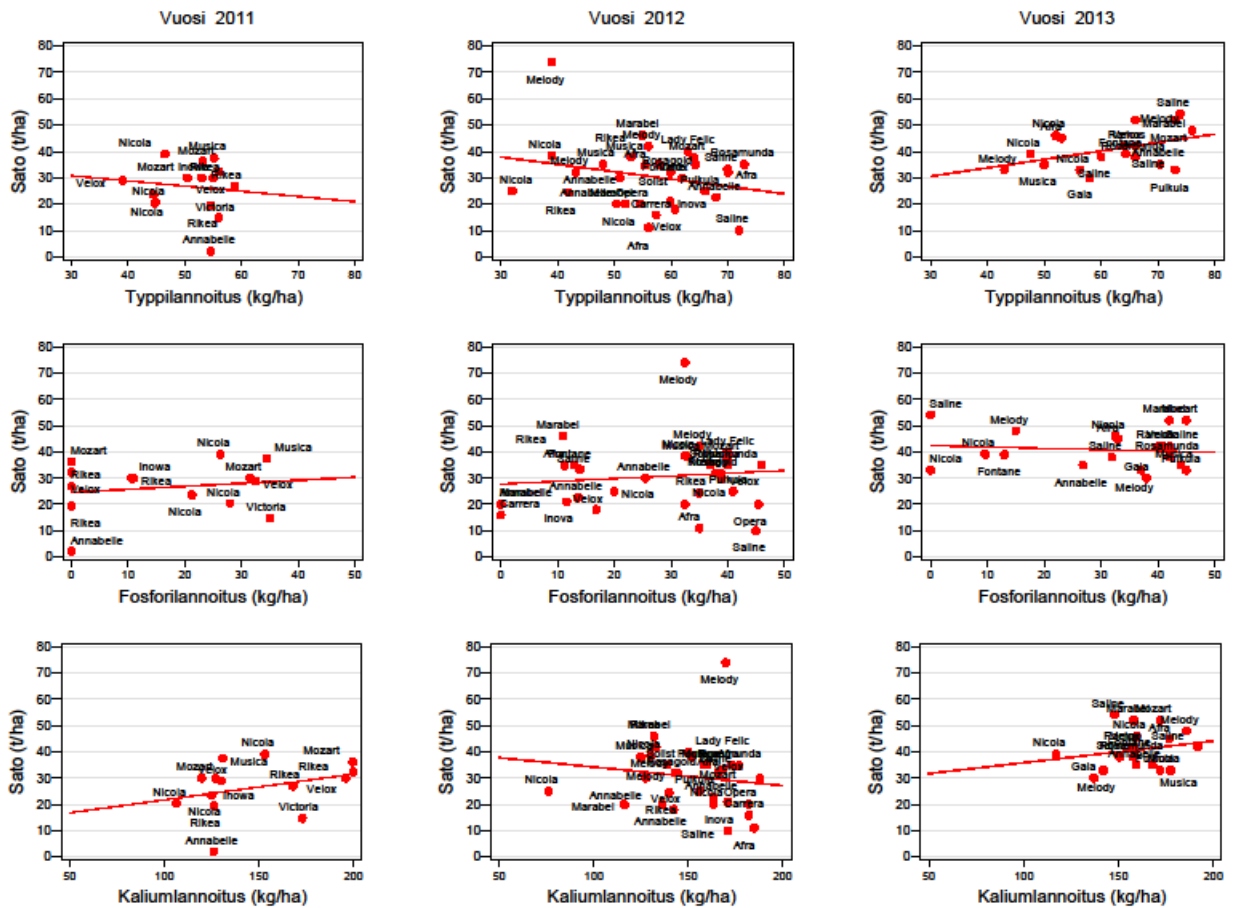
### 4.2.1 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys satomääriin

2011 typpilannoitus vaikutti lisäävän Van Goghin ja Asterixin satomääriä, kun taas lajikkeiden (8 lajiketta) kokonaistarkastelussa suuremmalla typpilannoituksella ei näyttänyt olevan lisähyötyä. Vuoden 2012 typpilannoituksesta vaikutti hyötyvän Van Gogh:lle, muille lajikkeille typpilannoituksen lisähyötyä ei voida osoittaa. 2013 Challenger ja lajikkeet kokonaistarkastelussa hyötyivät suuremmasta typpilannoituksesta.

Tulokset antavat viitteitä siihen, että lannoitefosforilla oli yhteys sadon määrän lisääntymiseen, poikkeuksena oli Van Gogh –lajike 2012 ja 2013 lajikejoukon osalta.

Kaliumlannoituksella oli myös fosforilannoituksen tapaan yhteys satomäärän lisääntymiseen, poikkeuksena oli 2012 Van Goghilla ja lajikejoukkotarkastelussa.

Saaduista 'Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys satomääriin' –tuloksista (Kuva 8) tulee esiin, typpilannoituksen suuret vaihtelut lajikkeittain. Jos typpilannoitus ei vaikuta sadon määrää lisäävästi, syynä saattaa olla se, ettei typpeä ole ollut riittävästi käytettävissä, erityisesti kasvukauden lopussa ja typen käyttöön sääoloiltaan edullisena kasvukautena. Fosforin vaikutuksia tarkasteltaessa, pohdittavaksi jäi oliko fosforia saatavilla tarpeeksi, koska fosforilla oli suuntaa-antavasti yhteys sadon määrän lisääntymiseen. Fosforin osalta on muistettava sen vuorovaikutusmekanismit muiden ravinteiden kanssa. Fosforin imeytymiseen kasviin vaikuttaa myös saatavilla olevan typen muoto, liiallinen nitraattityppi voi vähentää fosforin imeytymistä, kun taas ammoniumtyppi lisää sitä. Tulosten perusteella kaliumia oli riittävästi saatavilla, sillä se oli yhteydessä sadon määrän lisääntymiseen vuotta 2012 lukuun ottamatta. Kasvukausi 2012 oli normaalia sateisempi ja tuolloin kaliumia herkästi huuhtoutuvana ei todennäköisesti ollut riittävästi saatavilla.



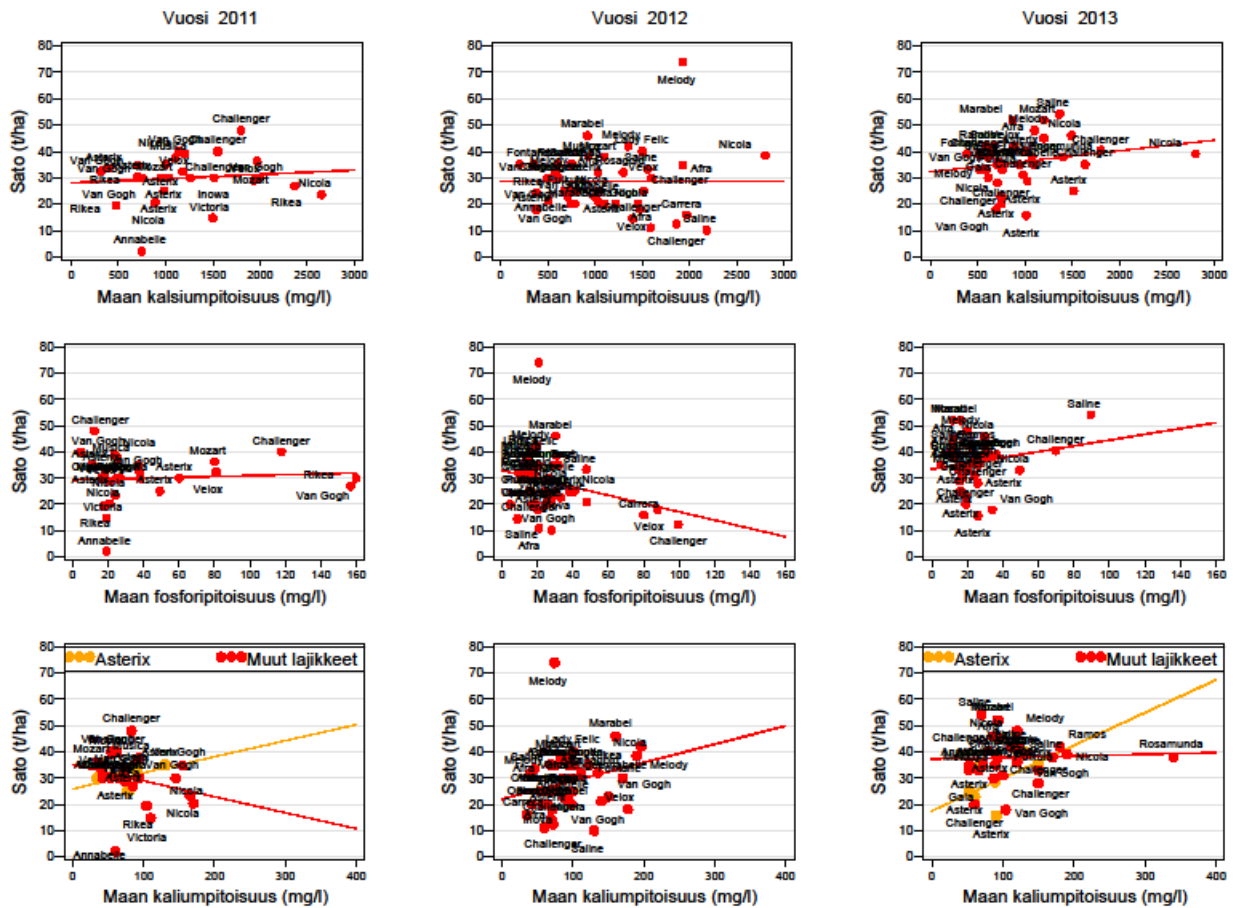
Kuva 8. Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteydet sadon määrään (t/ha) vuosina 2011-2013.

#### 4.2.2 Maan ravinteiden, multavuuden ja pH:n yhteydet satomääriin

Maan korkeammat kalsiumpitoisuudet eivät nostaneet satomääriä. On muistettava, että maan kalsiumin kulkeutumisella mukuloihin on merkittävä vaikutus mukuloiden laatuominaisuuksiin.

Maan fosforipitoisuudet eivät vaikuttaneet satomääriin, mutta suunta-antavasti normaalia lämpimämpänä kasvukausina (2011,2013) fosfori nosti satomääriä. Tulosten perusteella on viitteitä, että sopivassa maan kosteustilassa ja lämmössä fosfori vapautuu helpommin kasvin käyttöön.

Maan korkeammat kaliumpitoisuudet lisäsivät Asterixin satomääriä 2011-2013 ja samoin myös lajikejoukkotarkastelussa 2012. 2011, sateisena kasvukautena maan kalium todennäköisesti huuhtoutui eikä ollut kasvien hyödynnettävissä. (Kuva 9)

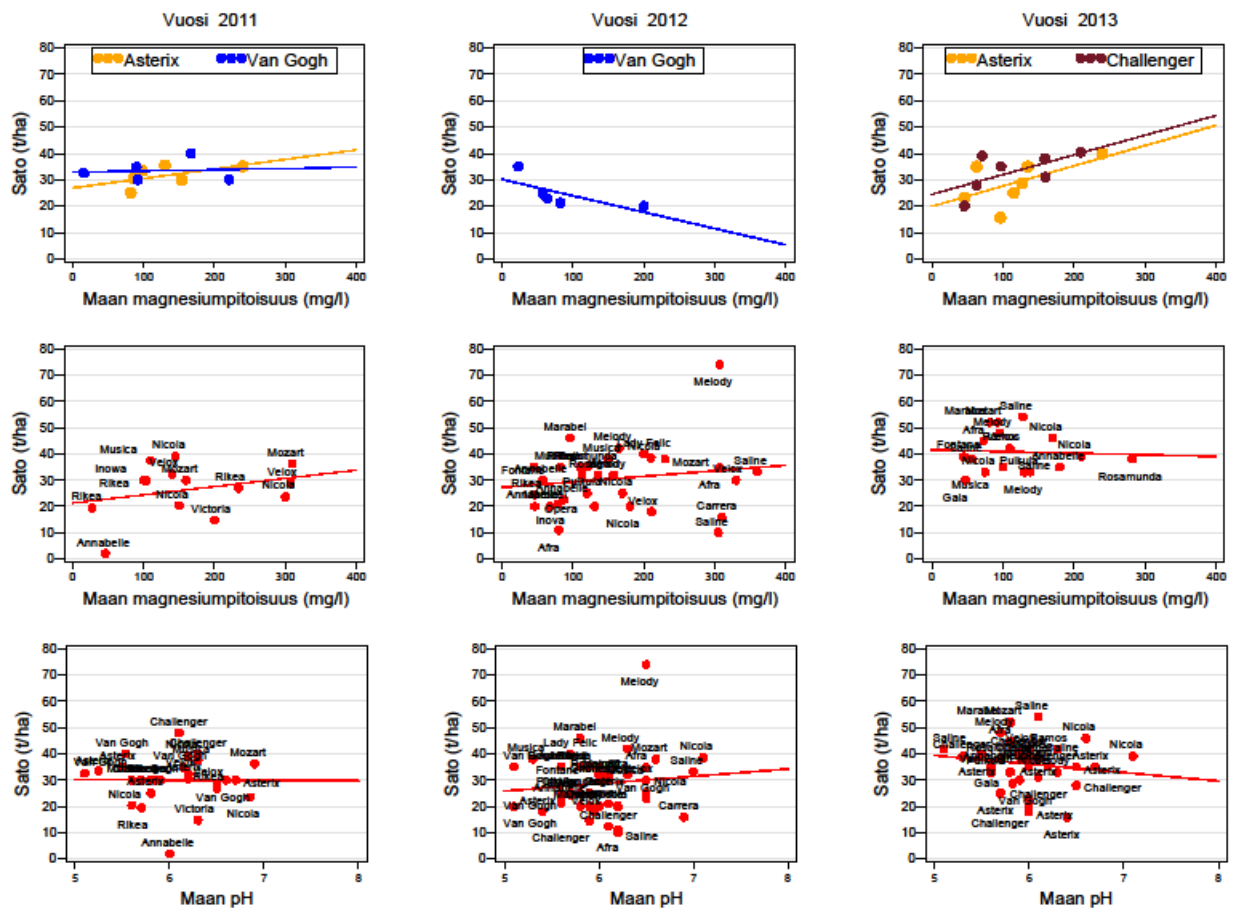


Kuva 9. Maan kalsium-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksien yhteydet sadon määrään (t/ha) vuosina 2011-2013.

Maan magnesiumpitoisuuksilla näyttäisi olevan yhteys satomäärän nousuun joukkolajiketarkastelussa, erityisesti Challenger- ja Asterix –lajikkeilla. Kun maan kaliumpitoisuudet olivat alhaiset, magnesiumin vaikutukset tulivat selvemmin esille.

Tässä tarkastelussa maan multavuudella ei ollut yhteyksiä satomääriin. Yleisin maalaji oli karkea hieta ja lisäksi viljavuustietojen perusteella maat olivat vähämultaisia. Runsasmultaisilla mailla maan humukseen sitoutuneet typpivarat saattavat välillisesti vaikuttaa satotason, jos olosuhteet ovat suotuisat niiden vapautumiseen.

Maan pH:lla ei ollut suoraa yhteyttä satotason, pH:lla on merkitystä ravinteiden saatavuuteen maasta ja kunkin ravinteen vaste pH:n on yksilöllinen. Tuloksissa tuli esille perunan sopeutuminen eri pH-alueille, ilman pH:n vaikutuksia satomääriin.(Kuva 10)



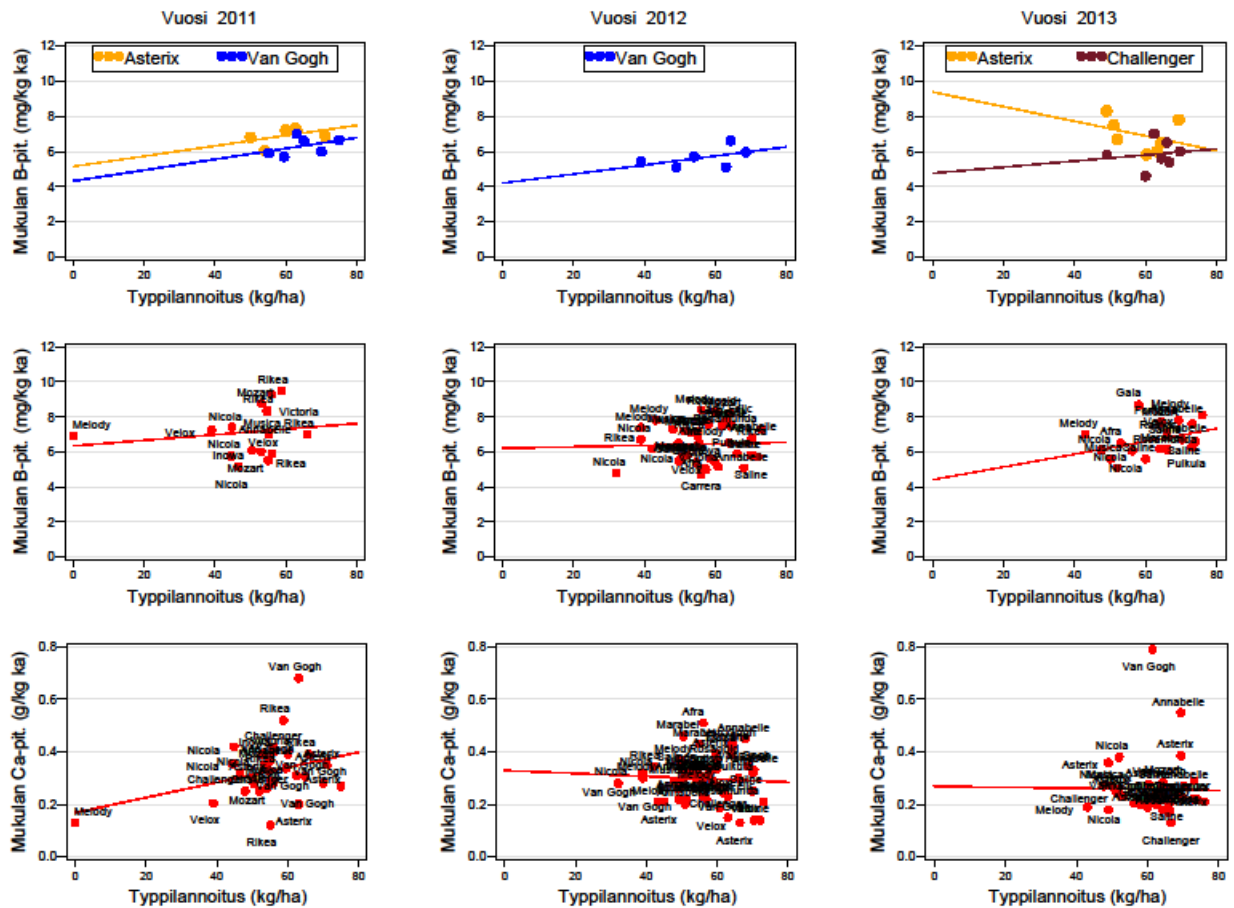
Kuva 10. Maan magnesiumpitoisuuksien ja pH:n yhteys sadon määrään vuosina 2011-2013.

'Maan ravinteiden, multavuuden ja pH:n yhteys satomääriin' -tulosten perusteella maasta suotuisissa kasvuolosuhteissa (riittävä maan kosteus, normaalia lämpimämpää) vapautuva fosfori oli kasvien hyödynnettävissä. Maan alhaisemmat kaliumpitoisuudet näyttävät vaikuttavan kasveilla magnesiumin parempaan hyötykäyttöön. Magnesiumilla oli yhteyksiä jopa satomääriin, kun kaliumpitoisuudet olivat suhteellisen alhaiset. Näiden tulosten perusteella maan kalsiumpitoisuudella tai multavuudella ei ollut yhteyttä satomääriin. pH:n yhteyttä satomääriin on vaikea arvioida, sillä pH määrittää sen, miten hyvin ravinteet ylipäättänsä ovat kasvien saatavissa eli pH:n vaikutus on välillinen.

#### 4.2.3 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys mukuloiden ravinnepitoisuuksiin

Mukuloihin kertyy suuri osa typestä, fosforista ja kaliumista, mutta vain 20–40 % natriumista, magnesiumista ja mangaanista sekä pieni osa kalsiumista (Kolbe & Stephan-Beckmann 1997).

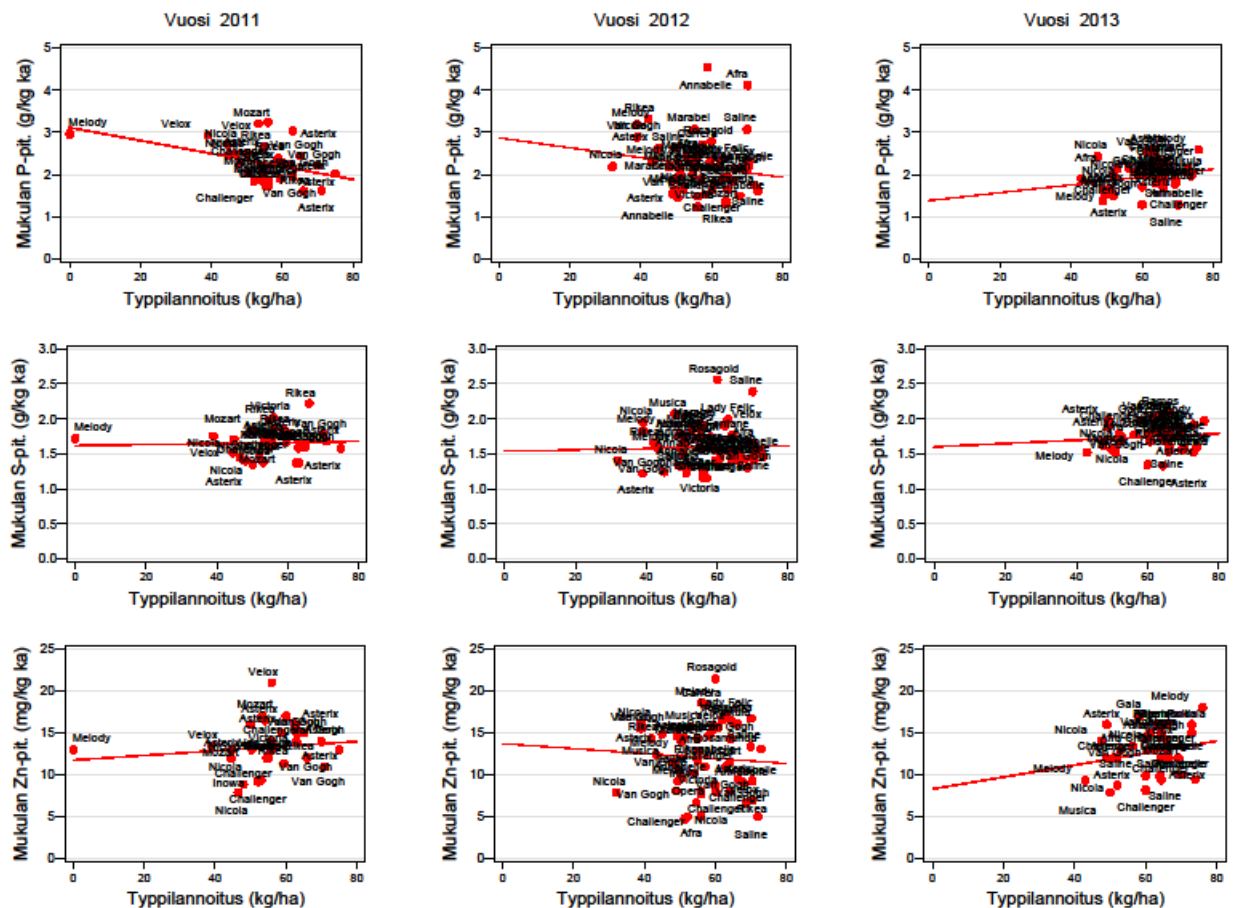
Typpilannoitus näyttäisi lisäävän mukuloiden booripitoisuutta Van Gogh-, Asterix- ja Challenger –lajikkeilla, poikkeus oli Asterix 2013. Myös lajikkeiden joukkotarkastelussa 2011-2013 korkeampi typpilannoitusmäärä suuntaa-antavasti lisäsi satomukuloiden booripitoisuuksia, kalsiumpitoisuuksiin typpilannoituksella ei ollut selvää yhteyttä (kuva 11).



Kuva 11. Typpilannoituksen yhteydet perunan mukulan boori- ja kalsiumpitoisuuksiin vuosina 2011-2013.

Typpilannoituksella ei näyttäisi olevan yhteyttä mukuloiden kupari-, rauta-, kalium-, magnesium-, mangaani- tai natriumpitoisuuksiin lajikkeiden kokonaistarkastelussa. Yksittäisten lajikkeiden osalta vaikutukset vaihtelivat melko paljon.

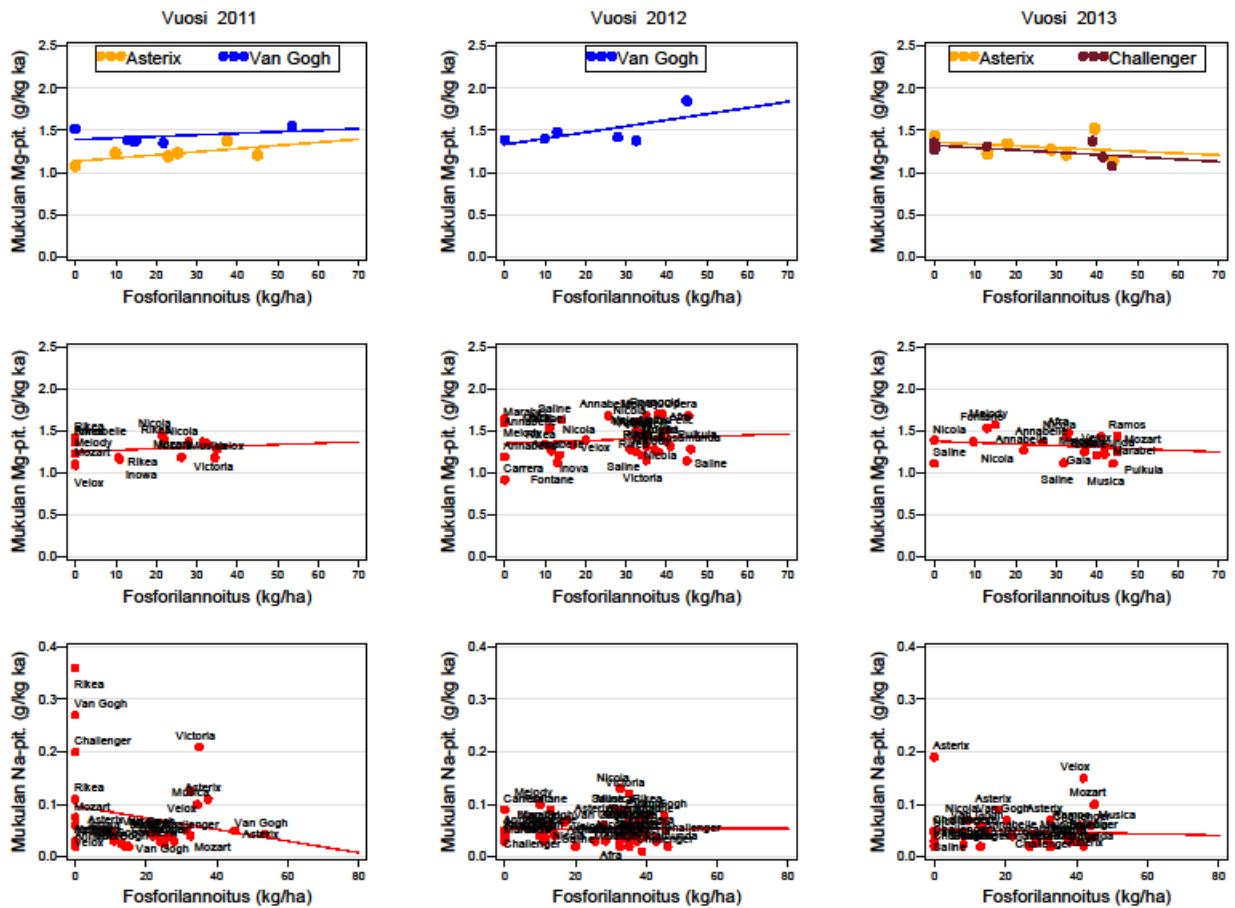
Suuremmat typpilannoitusmäärät olivat yhteydessä mukuloiden fosforipitoisuuksien hienoiseen laskuun (poikkeus vuosi 2013), yksittäisten lajikkeiden tarkastelussa oli vaihtelua, mutta keskimäärin ne olivat lajikkeiden joukkotarkastelun suuntaisia. Typpilannoitus oli yhteydessä mukuloiden sinkkipitoisuuksiin hyvin samansuuntaisesti eli 2011 ja 2013 pitoisuudet hieman nousivat typpilannoitusmääriin suhteutettuna ja 2012 hieman laskivat. Typpilannoitus ei ollut yhteydessä mukuloiden rikkipitoisuuksiin (kuva 12).



Kuva 12. Typpilannoituksen yhteydet perunan mukulan fosfori-, rikki- ja sinkkipitoisuuksiin vuosina 2011-2013.

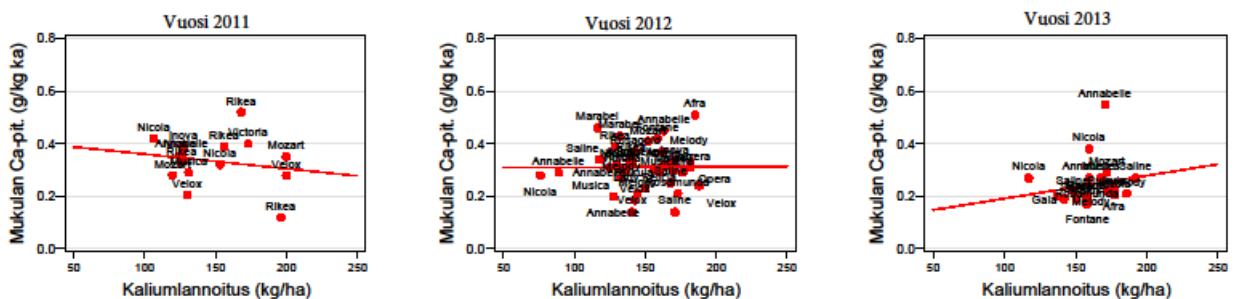
Saatujen tulosten perusteella typpilannoitus ei vaikuttanut mukuloiden kupari-, rauta-, kalium- magnesium-, mangaani- tai natriumpitoisuuksiin. Typpilannoitus vähensi vuosina 2011-2012 lievästi mukuloiden fosforipitoisuuksia. Mukuloiden sinkkipitoisuuksiin typpilannoitus oli yhteydessä sääolosuhteita myötäilevästi, sateisempina kasvukautena (2012) pitoisuudet alenivat ja lämpimämpinä (2011 ja 2013) pitoisuudet nousivat. Tässä tapauksessa sääolosuhteet ovat voineet vaikuttaa typpilannoitusta voimakkaammin mukuloiden fosfori- ja sinkkipitoisuuksiin. Kaikki muut tulokset ovat yhdenmukaisia kirjallisuudesta saatuihin viitteisiin (White ym. 2009), paitsi typpilannoituksen boori- ja kalsiumpitoisuuksia lievästi nostava vaikutus.

Tulosten perusteella todetaan, ettei fosforilannoituksen yhteyttä mukuloiden eri ravinnepitoisuuksiin saatu todennettua. Tulokset vaihtelivat lajikekohtaisessa tarkastelussa ja myös lajikkeiden joukkotarkastelu oli yhdenmukainen (kuva 13). Kirjallisuusviitteiden mukaan (White ym. 2009) fosforilannoitus yleensä selvästi lisää mukuloiden magnesiumpitoisuutta (viitteitä tuloksissa vuosina 2011-2012) ja vähentää mangaanipitoisuutta. Pohdittavaksi jää, oliko osasyynä tähän niukahko fosforilannoitus.



Kuva 13. Fosforilannoituksen yhteys perunan mukulan magnesium- ja natriumpitoisuuksiin vuosina 2011-2013.

Tulosten tarkastelussa kaliumlannoitus näyttäisi olevan yhteydessä mukuloiden kalsiumpitoisuuden hienoiseen lisääntymiseen, erityisesti lajikkeiden joukkotarkastelussa 2011 ja 2013 (kuva 14). Mukuloiden magnesium- ja mangaanipitoisuuksiin kaliumlannoitus oli yhteydessä keskimäärin laskevasti. Kaliumlannoituksella ei saatujen tulosten perusteella ollut yhteyttä mukuloiden rikki-, boori-, kupari-, rauta-, fosfori- tai sinkkipitoisuuksiin. Kirjallisuuden mukaan kaliumlannoituksen lisääminen yleensä lisää mukuloiden magnesiumpitoisuutta ja vähentää kalsium- ja fosforipitoisuuksia. Nyt saadut tulokset olivat päinvastaisia.



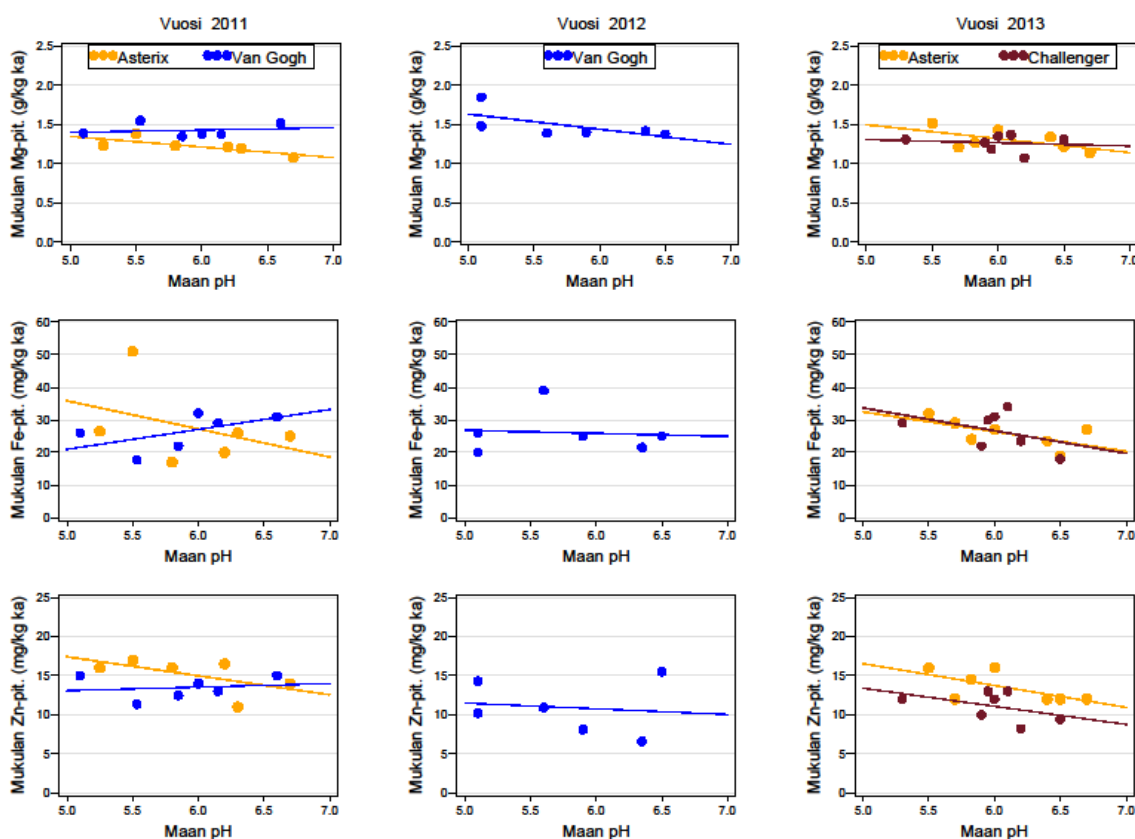
Kuva 14. Kaliumlannoituksen yhteys mukulan kalsiumpitoisuuteen vuosina 2011-2013.



#### 4.2.4 Maan ravinteiden yhteys mukuloiden ravinnepitoisuuksiin

pH on kasvin ravinteiden oton kannalta äärimmäisen tärkeä tekijä, sillä se määrittää, missä muodossa ravinteet liuoksessa ovat, mikä puolestaan vaikuttaa siihen, miten hyvin ne ovat kasvin saatavilla. Kunkin ravinteen vaste pH:n muutokseen on yksilöllinen (Asao 2012). Maalajilla, maaperän vesitaloudella ja kasvukauden sääolosuhteilla on myös merkittävä vaikutus kasvin ravinteiden ottoon ja hyväksikäyttöön.

Maan pH:n nousu alensi suuntaa antavasti mukuloiden magnesium-, sinkki- ja rautapitoisuuksia (kuvassa 15 Asterix-, Van Gogh- ja Challenger- lajikkeiden tuloksia). Maan pH:lla ei ollut yhteyttä mukuloiden muihin ravinnepitoisuuksiin.

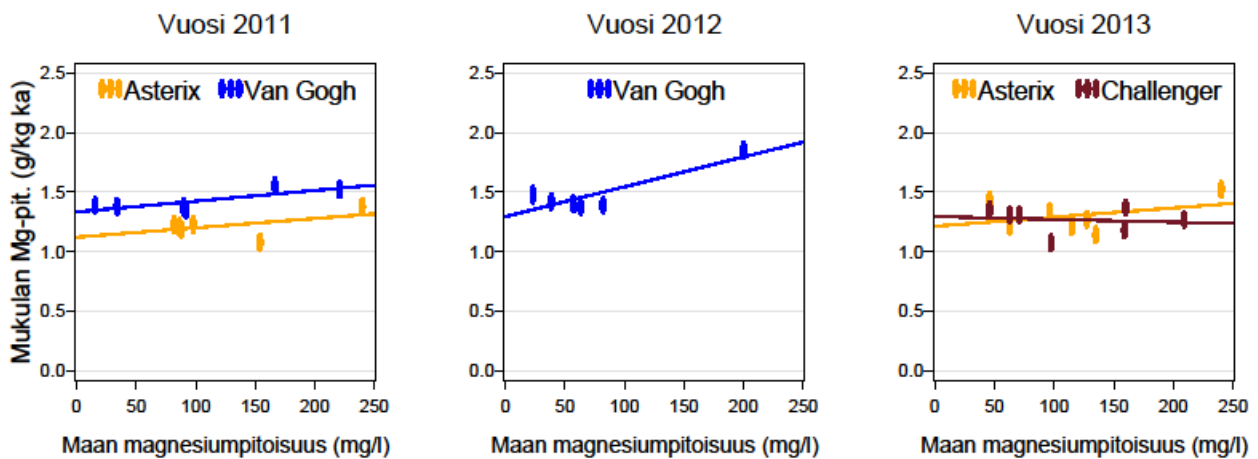


Kuva 15. Maan pH:n yhteydet perunan mukulan magnesium-, rauta- ja sinkkipitoisuuksiin vuosina 2011-2013.

Maaperän kalsium- tai fosforipitoisuuksien yhteyksiä mukuloiden ravinnepitoisuuksiin on vaikea todentaa, sillä lajikkeiden ja vuosien väliset vaihtelut olivat liian suuret.

Maaperän magnesiumpitoisuus osoitti yhteyttä mukuloiden magnesiumpitoisuuksiin eli mitä korkeampi maan magnesiumpitoisuus oli sitä korkeammaksi suuntaa-antavasti muodostui mukuloiden magnesiumpitoisuus (kuva 16). Maaperän magnesium reagoi myös kasvukauden sääolosuhteisiin.





Kuva 16. Maan magnesiumpitoisuuden (mg/l) yhteys perunan mukulan magnesiumpitoisuuteen (g/kg ka) vuosina 2011-2013.

Yhteenvetona 'Maan ravinteiden yhteys mukuloiden ravinnepitoisuuksiin' tulosten tarkastelussa voidaan todeta, että maaperän ravinteiden kulkeutuminen mukuloihin on erittäin paljon sää- ja lajikeriippuvainen. Maaperän ravinteiden kulkeutumisella mukuloihin oli magnesiumilla selvän yhteys eli mitä enemmän magnesiumia maaperässä sitä suuremmaksi mukuloiden magnesiumpitoisuus suunta-antavasti nousi.

#### 4.2.5 Maan pH:n, kalsium-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksien yhteys lehtien ravinnepitoisuuksiin

Vuosina 2012 – 2013 kerättyjen kasvuston lehtinäytteiden analyysillä ja saatujen tulosten vertailulla maan ravinnepitoisuuksiin haluttiin selvittää reagoiko peruna kasvina maan ravinteiden puutostiloihin lehtien ravinnepitoisuuksilla tai olisiko mahdolliset ravinnepuutteet 'havaittavissa' lehtien ravinneanalyysillä tai onko maaperän ja lehtien ravinnepitoisuuksilla selitettävissä perunan ravinteiden hyväksikäyttöä.

Mitä korkeampi (> pH 6.0) maan pH oli sitä vähemmän kulkeutui fosforia, mangaania, sinkkiä ja typeä lehtiin. Muiden maa-lehtiravinteiden (K, Mg, S, B, Cu, Fe) yhteyttä ei ollut todennettavissa, vuosivaihtelut olivat melko suuret (kuva 17).

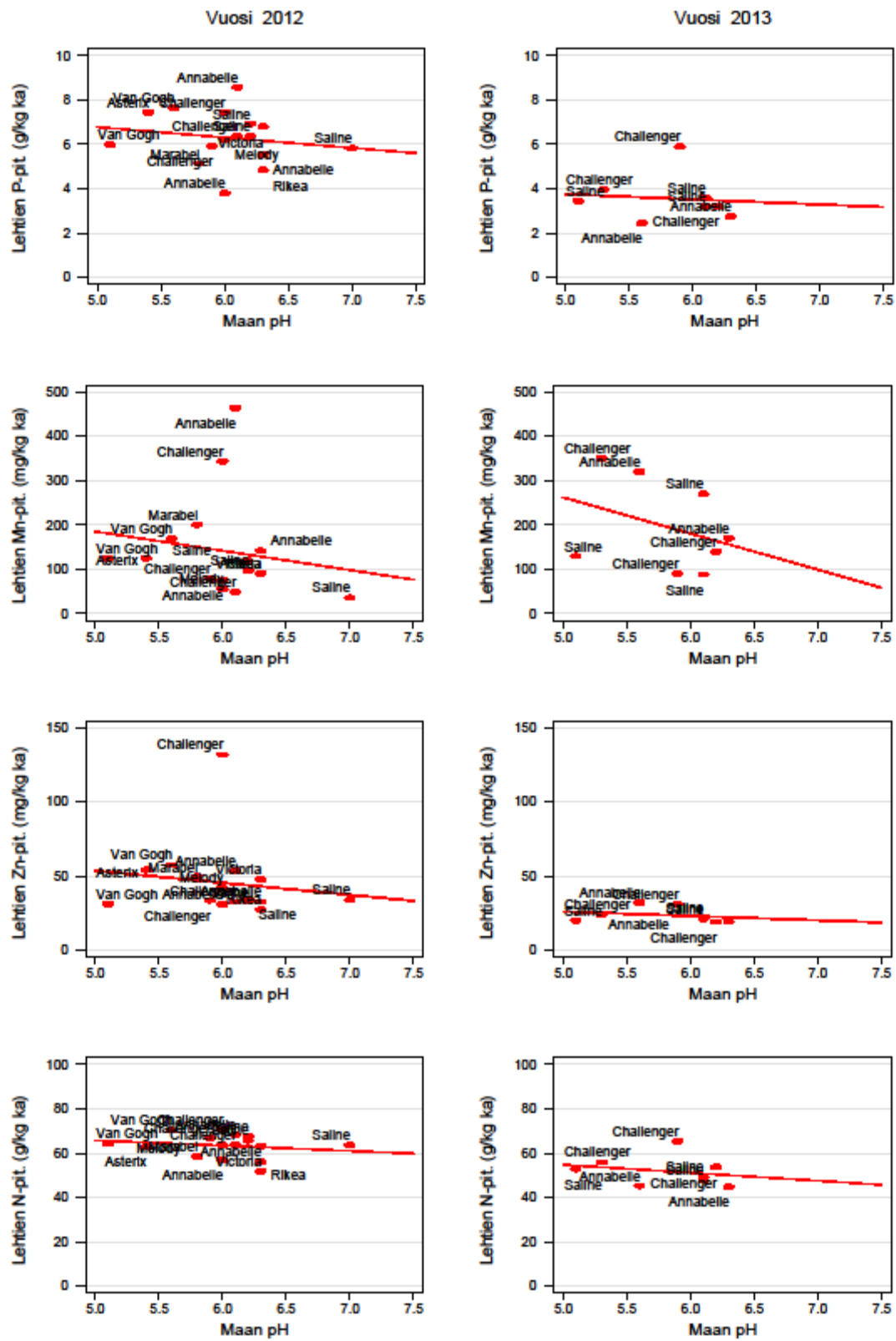
Maan korkeat (>1500 mg/l) kalsiumpitoisuudet alensivat kaliumin, hieman boorin, mangaanin ja raudan lehtiravinnepitoisuuksia. Maan kalsiumpitoisuuksilla ei ollut havaittavissa vaikutuksia muiden ravinteiden kulkeutumiseen lehtiin (kuva 18).

Mitä korkeampi (>60 mg/l) maaperän fosforipitoisuus oli, sitä enemmän fosforia kerääntyi lehtiin, erityisesti 2013. Maan korkeat fosforipitoisuudet vähensivät lehtien kalium-, mangaani- ja rauta pitoisuuksia (kuva 19).

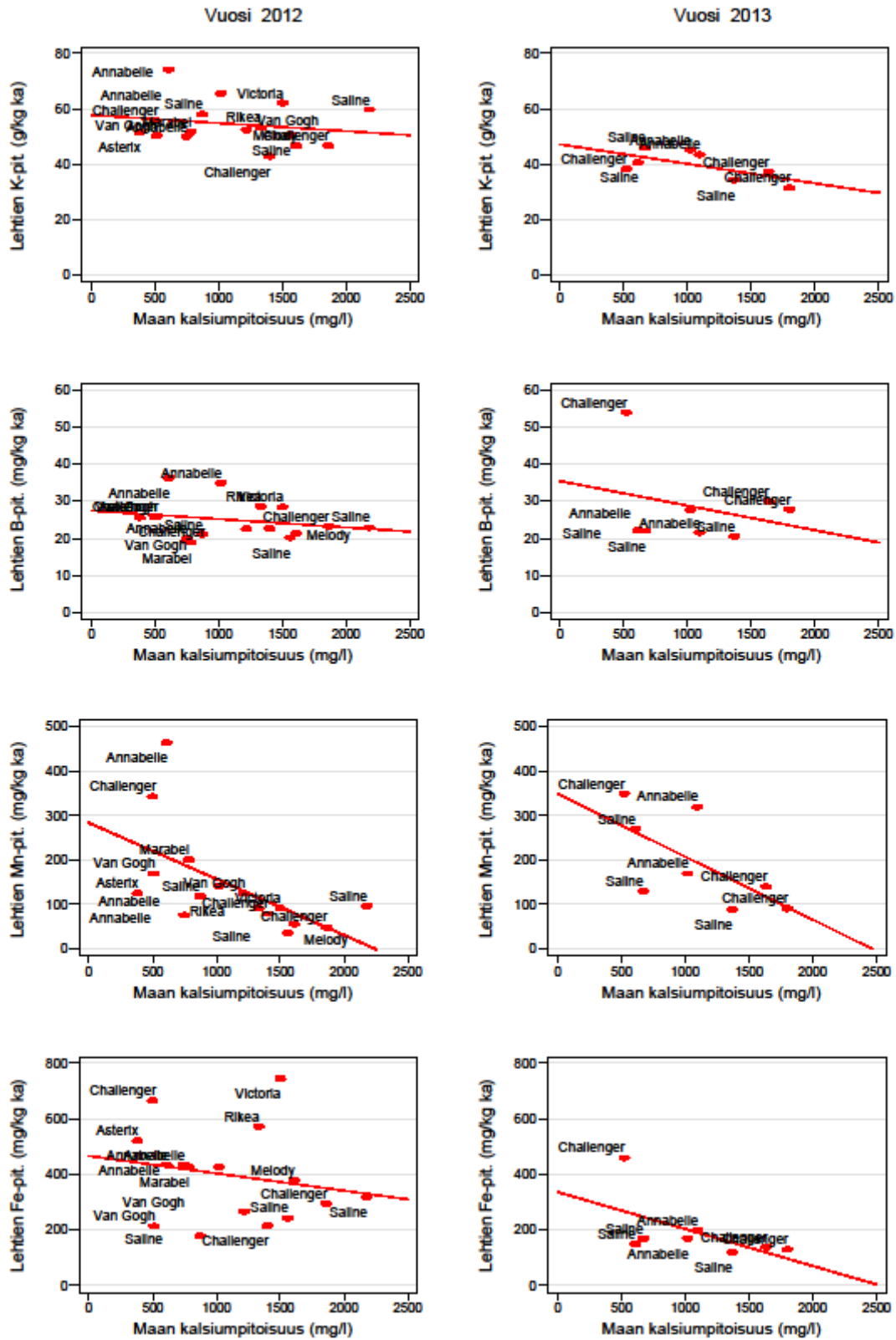
Mitä korkeampi (>150 mg/l) maaperän kaliumpitoisuus oli, sen selvemmin lisääntyi lehtien kalium-, magnesium-, rikki- sekä mangaanipitoisuudet ja lehtien kuiva-ainepitoisuudet alenivat (kuva 20).

'Maan ravinne- ja lehtien ravinnepitoisuuksien yhteydet' –tulosten tarkastelussa maaperän pH:n vaikutusta ravinteiden kulkeutumisesta lehtiin saattaa olla selittävä tekijänä se, että pH:n noustessa noin pH 6.5:een mikroravinteet sinkki ja mangaani eivät ole enää saatavilla maaperästä. Myös fosfori on saattanut muodostaa yhdisteitä muiden ravinteiden kanssa. Typpipitoisuuksiin on saattanut olla vaikuttamassa typen puute maaperässä, lajike tai muut kasvukausiolosuhteet. Kalsiumilla oli vuorovaikutusta erityisesti kaliumin ja boorin kanssa ja kalsium vaikutti lehtien kalium- ja booripitoisuuksiin alentavasti. Kirjallisuuden mukaan kalsium vaikuttaa alentavasti myös mangaani- ja rautapitoisuuksiin, mikä ei kuitenkaan tullut esille tässä tulosten tarkastelussa. Maaperän korkeat fosforipitoisuudet saattavat lisätä tiettyjen ravinteiden (N, Mg, Fe, Mn) pitoisuuksia juurissa, mutta saattavat vähentää samalla kasvin toisten ravinteiden (K, S, Cu, Zn) ottoa. Näiden tulosten perusteella maan korkea fosforipitoisuus vähensi kaliumin, mangaanin ja raudan ottoa, mutta lisäsi fosforin ottoa lehtiin. Peruna ottaa yleensä enemmän kaliumia kuin muita ravinteita, sillä kalium kulkeutuu yhdenarvoisena ionina helposti nesteissä ja on kasville saa-

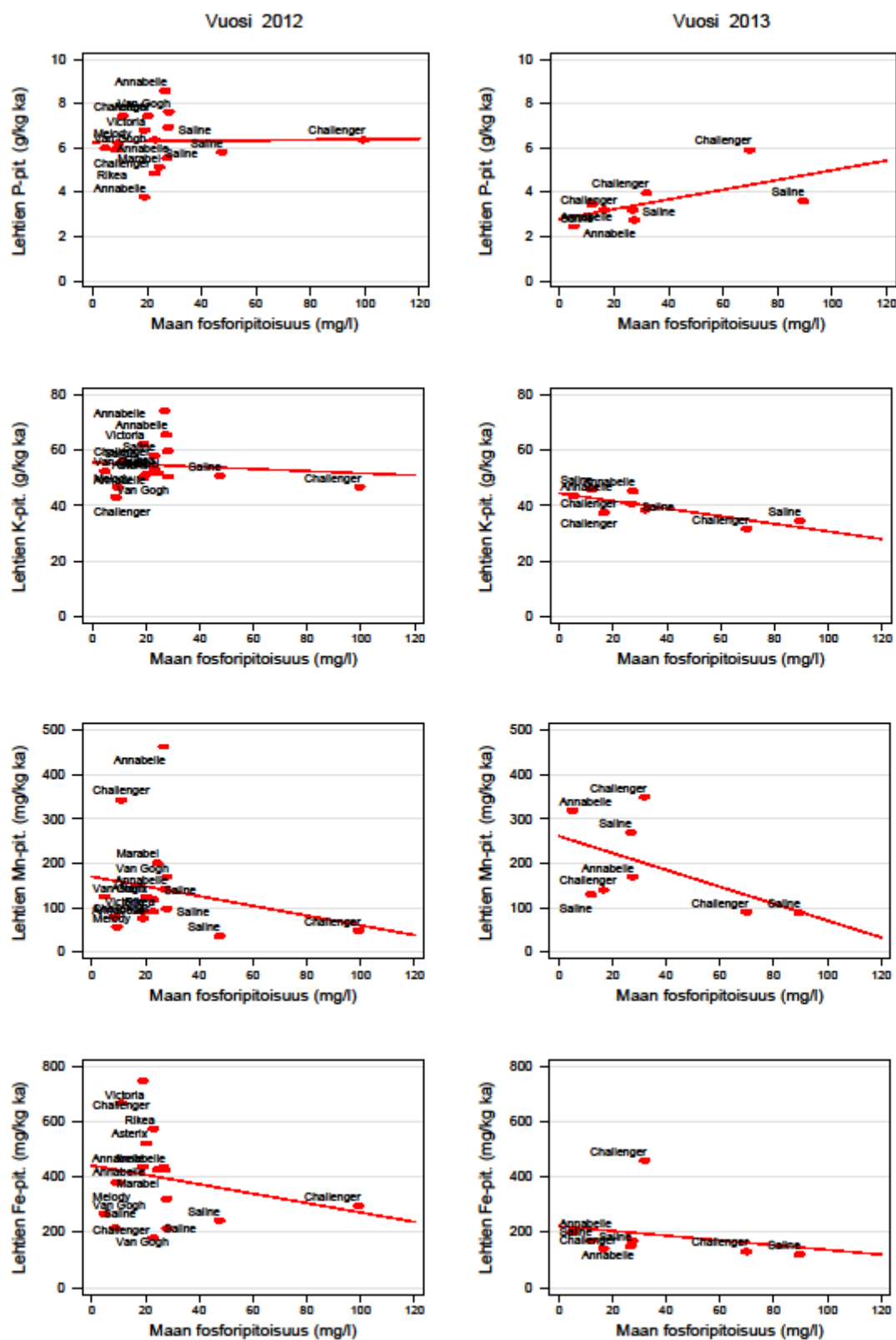
tavissa laajalla pH-alueella. Kalium tehostaa kasvien veden käyttöä ja on saattanut olla tehostamassa myös magnesiumin, rikin ja mangaanin kertymistä lehtiin.



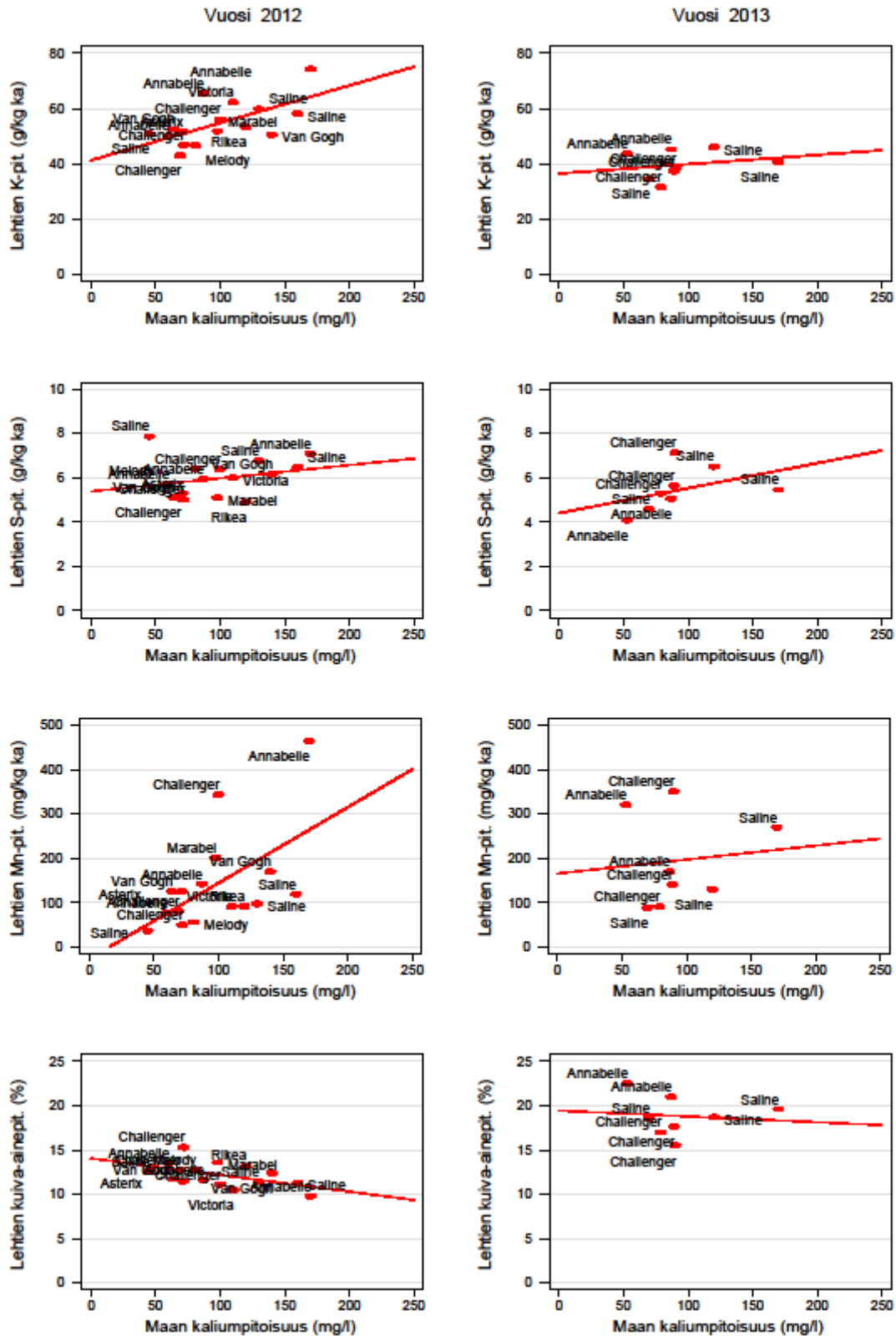
Kuva 17. Maan pH:n yhteys lehtien fosfori-, mangaani-, sinkki- ja typpipitoisuuksiin vuosina 2012-2013.



Kuva 18. Maan kalsiumpitoisuuden yhteys lehtien boori-, mangaani- ja rautapitoisuuksiin vuosina 2012-2013.



Kuva 19. Maan fosforipitoisuuksien yhteys lehtien fosfori-, kalium-, mangaani- ja rautapitoisuuksiin vuosina 2012 ja 2013.

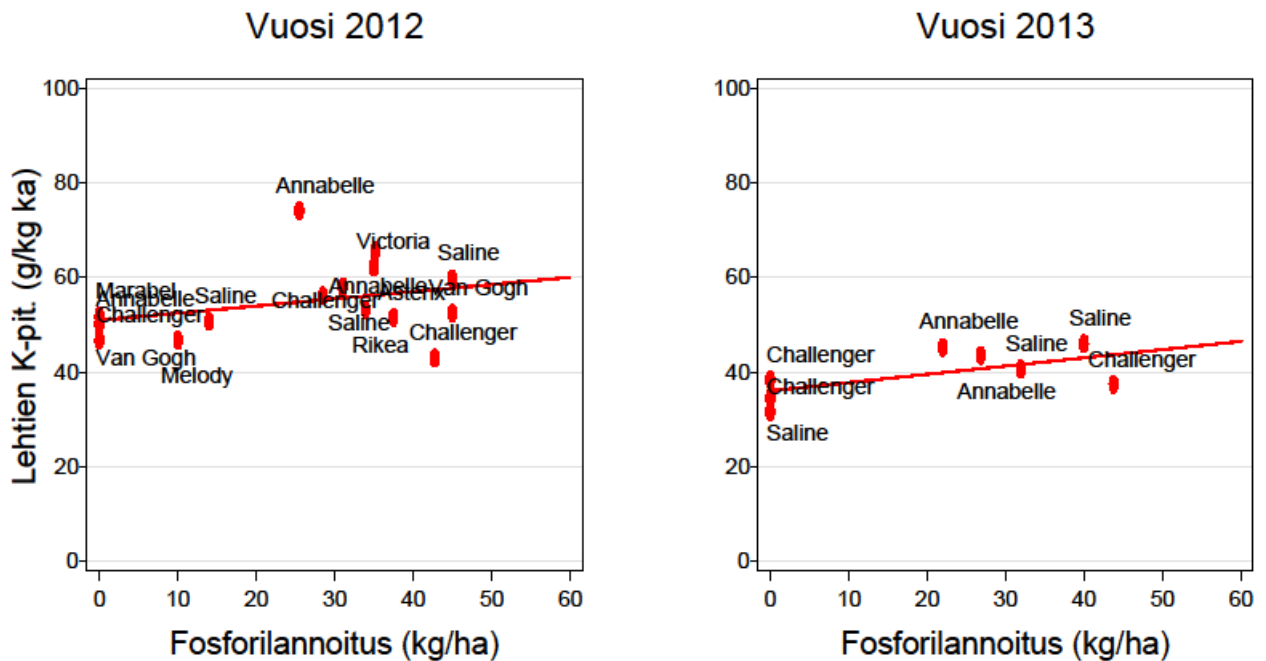


Kuva 20. Maan kaliumpitoisuuden (mg/l) yhteys lehtien kalium-, rikki-, mangaani- ja kuiva-ainepitoisuuksiin vuosina 2012-2013.

#### 4.2.6 Lannoitetyypen, -kaliumin ja -fosforin yhteydet lehtien ravinnepitoisuuksiin

Lannoitetyypen tai -kaliumin vaikutuksia lehtien ravinnepitoisuuksiin ei pystytä tulosten perusteella arvioimaan. Lajike- ja vuosivaihtelut (2012, 2013) olivat suuret ja ilmeistä oli kasvukauden sääolojen vaikutus näiden molempien, helposti huuhtoutuvien lannoiteravinteiden vaihteleviin tuloksiin. Fosforilannoitus

näytti olevan yhteydessä lehtien kaliumpitoisuuksien nousuun eli edesauttoi kalium kulkeutumista lehtiin (kuva 21). Tämä tulos on yhdenmukainen aiempien tutkimustulosten kanssa (Feranandes & Soratto 2012), joissa fosfori edesauttoi kaliumin lisäksi myös typen ja kalsiumin kulkeutumista lehtiin. Fosforilannoituksella ei ollut yhteyttä muiden ravinteiden pitoisuuksiin lehdissä.

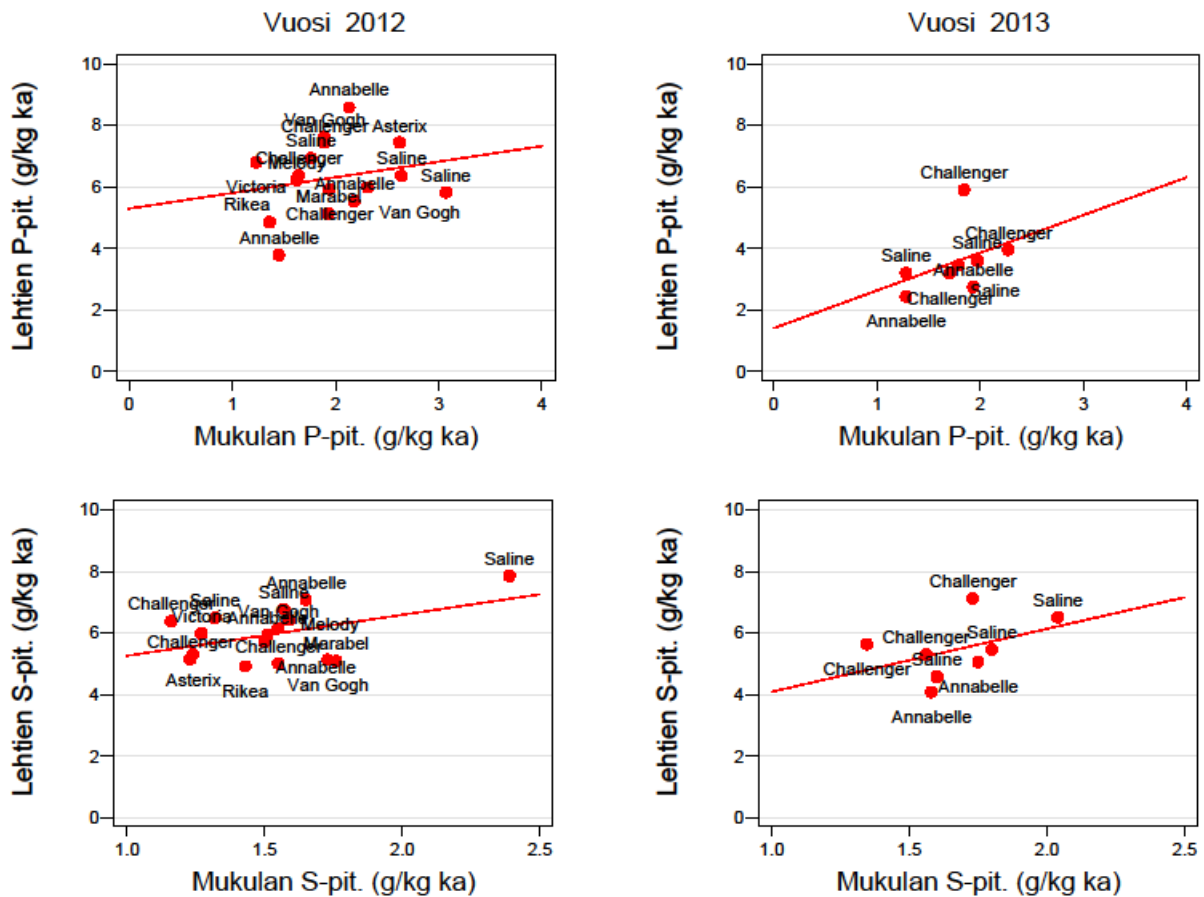


Kuva 21. Fosforilannoituksen yhteys lehtien kaliumpitoisuuksiin vuosina 2012 ja 2013.

Useiden ravinteiden pitoisuudet ovat suurimmat nopeasti kasvavissa lehdissä ja varsissa, sillä niitä tarvitaan mm. solunjakautumiseen. Kasvukauden loppupuolella nämä ravinteet ovat pitoisuudeltaan lehdissä ja varsissa joko korkeita (kalsium, magnesium, mangaani, rauta, boori, kupari) tai laskevia (typpiyhdisteet, fosfori, kalium, sinkki) (Kolbe & Stephen-Beckmann 1997).

#### 4.2.7 Lehtien ja mukuloiden ravinnepitoisuuksien yhteydet

Tulosten perusteella lehtien fosfori- ja rikkipitoisuudet korreloivat mukuloiden ravinnepitoisuuksiin selvimmin, suuremmat pitoisuudet lehdissä tulivat esille myös mukuloiden suurempina ravinnepitoisuuksina (kuva 27). Suuntaa-antavasti myös magnesium ja kalium käyttäytyivät samalla tavalla. Lajike- ja vuosivaihtelut (2012, 2013) olivat suuret ja kasvukauden sääolot vaikuttivat tulosten luotettavuuteen.



Kuva 12. Lehtien rikki- ja fosforipitoisuuksien nousu oli havaittavissa myös mukuloiden korkeampina fosfori- ja rikki-pitoisuuksina.

Ravinteet siirtyvät kasvukauden aikana kasvin osista toisiin. Esimerkiksi typpeä siirtyy ensin kehittyneistä, jo vanhoista, lehdistä uusiin varren osiin ja lehtiin. Kehittyvissä mukuloissa suurimmat ravinnepitoisuudet ovat typpiyhdisteitä ja mineraaleja, kun taas kasvukauden loppuvaiheessa näiden ravinteiden pitoisuudet laskevat ja ravinnepitoisuudet tasaantuvat myös muiden ravinteiden osalta (Kolbe & Stephan-Beckmann 1997).

### 4.3 Perunan käyttölaatu

Perunan käyttölaadun osalta on tarkasteltu eri tekijöiden yhteyksiä perunan raakatummumiseen, ulkonäköön, jauhoisuuteen, hajoamiseen keitettäessä, mallon väriin ja makuun. Eri tekijöiden yhteyksiä jälkitummumiseen ei voitu arvioida, koska jälkitummumista ei laatumäärityksissä olleilla lajikkeilla/näytteillä esiintynyt.

#### 4.3.1 Käyttölaadun riippuvuus lajikkeesta

Perunan laatuominaisuudet määräytyvät hyvin pitkälle lajikkeen perusteella, esimerkiksi kuoren ja mallon väri sekä mukulan muoto ovat lajikeominaisuuksia. Mallon väri vaihteli tutkituilla lajikkeilla jonkin verran, esimerkiksi Challenger -lajikkeen mallon väri vaihteli valkoisesta -keltaiseen (3-7), Van Gogh -lajikkeella vaaleankeltaisesta -keltaiseen (5-7) ja Puikulalla mallon väri oli keltainen (7). Annabel -lajikkeen raakatummuminen vaihteli ei tummuneesta hiukan tummuneeseen (9-7), Van Gogh-lajikkeella raakatummuminen oli voimakkaampaa vaihdellen pahasti tummuneesta hiukan tummuneeseen (3-7). Asterix-lajikkeen raakatummuminen vaihteli tummumattomasta pahasti tummuneeseen (liite 2).



Tärkkelyspitoisuus vaihteli lajikkeittain, esimerkiksi yleisperunana pidettyjen Van Gogh- ja Challenger-lajikkeiden tärkkelyspitoisuudet olivat yleensä keskimääräistä tärkkelyspitoisempia. Kiinteistä lajikkeista Annabellen tärkkelyspitoisuus oli keskimääräistä alhaisempi ja Asterixin keskimääräistä korkeampi. Nicola-lajikkeella tärkkelyspitoisuus oli keskimääräisellä tasolla, Puikula- ja Rosamunda-lajikkeiden tärkkelyspitoisuudet olivat kaikkina vuosina keskimääräistä korkeampia.

Tärkkelyspitoisuuksissa tulivat esille erot tuotantosunnittain, sillä siemenperunoiden tärkkelyspitoisuudet olivat ruokaperunoiden tärkkelyspitoisuuksia alhaisemmat (liite 3).

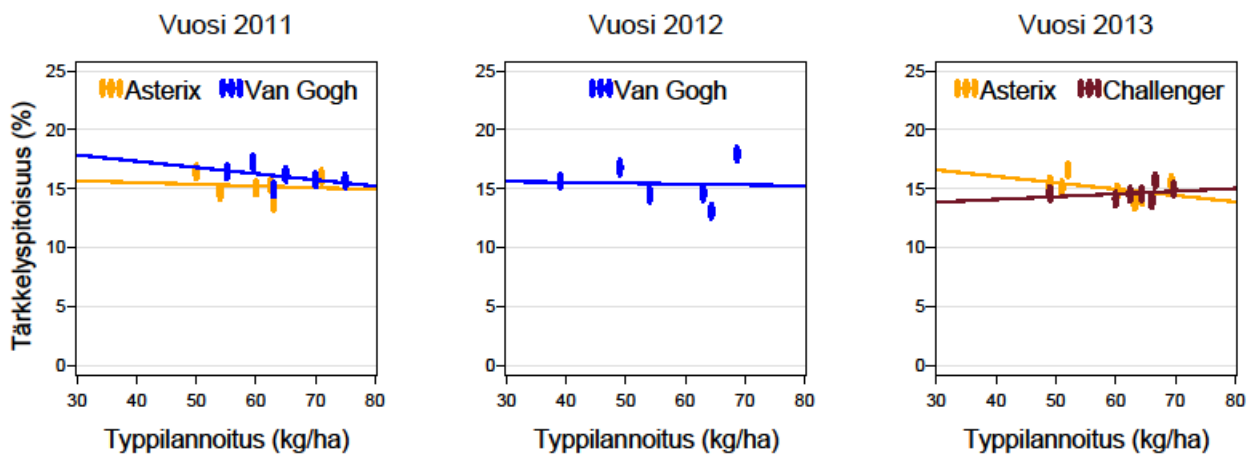
Jauhoisuudessa oli lajikkeittain suuriakin vaihteluja, esimerkkinä Challenger. Rikea ja Nicola olivat kaikkina vuosina hiukan jauhoisia tai kiinteitä, Asterix ja Van Gogh olivat hiukan tai kohtalaisen jauhoisia ja Puikula oli hyvin jauhoinen. Rikkikiehumisen osalta tulokset olivat kääntäen verrannollisia jauhoisuuteen eli vähemmän jauhoiset lajikkeet Nicola, Rikea ja Annabelle olivat koossapysyviä ja jauhoisemmat lajikkeet Van Gogh, Challenger ja Puikula hajoavia (liite 4).

Tulosten perusteella mallon väri, alttius raakatummumiseen, jauhoisuus, kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuudet ovat pääasiassa lajikeominaisuuksia, mutta niihin vaikuttivat myös kasvukauden sääolosuhteet ja tuotantotekniikka.

#### 4.3.2 Lannoitteena annettujen kalium-, fosfori- ja typpiravinteiden sekä maan ravinteiden yhteys sadon kuiva-aineeseen ja tärkkelyspitoisuuteen

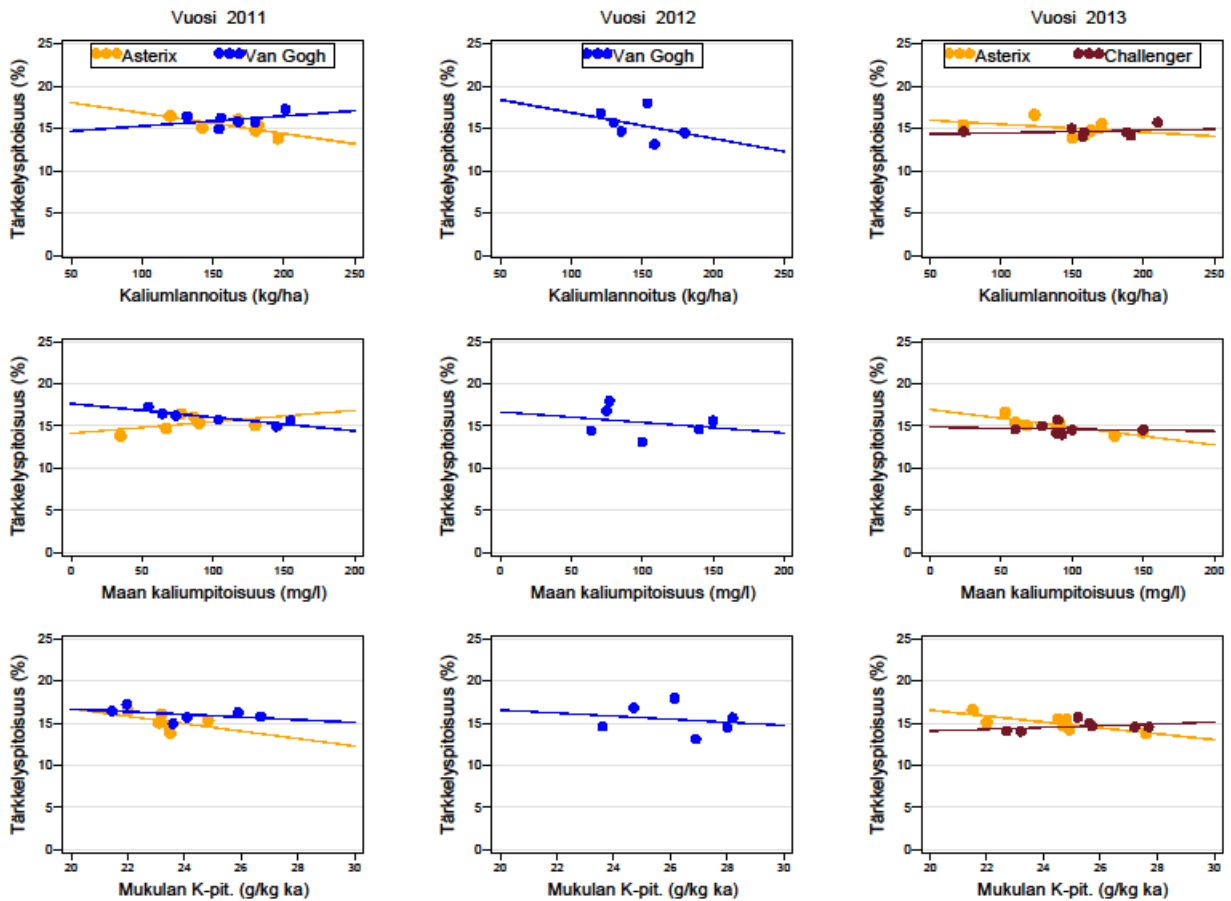
Ravinteet yleensä vaikuttavat kuiva-aineen määrään ja tärkkelyspitoisuuteen, sillä tärkkelys muodostaa  $\frac{3}{4}$  mukulan kuiva-aineesta (Kandi ym. 2011). Saatujen tulosten perusteella maaperässä olleella tai lannoitefosforilla ei ollut selvää yhteyttä mukuloiden kuiva-ainepitoisuuteen. Kaliumilla ja typellä oli suuntaantavasti yhteys satomukuloiden kuiva-aineen alenemiseen. Vaikka kaliumin ja typen tiedetäänkin olevan yhteydessä kuiva-ainepitoisuuteen, kuiva-ainemäärän selittäminen yksin ravinteiden perusteella ei ole riittävää, sillä kuiva-aineen muodostumiseen on merkittävä vaikutus myös lajikeominaisuuksilla ja kasvukauden sääolosuhteilla.

Typpilannoituksen mukuloiden tärkkelyspitoisuutta alentava vaikutus tuli selvästi esille vuosina 2011 ja 2013 (kuva 23). Kaliumin osalta tärkkelyspitoisuuteen alentavasti vaikutti enemmän maan kaliumpitoisuus kuin lannoitteena annettu kalium (kuva 24). Kaliumin vaikutuksissa tulivat myös esille sääolosuhteet kuten typelläkin.



Kuva23. Typpilannoituksen (kg/ha) yhteys sadon tärkkelyspitoisuuteen vuosina 2011-2013.



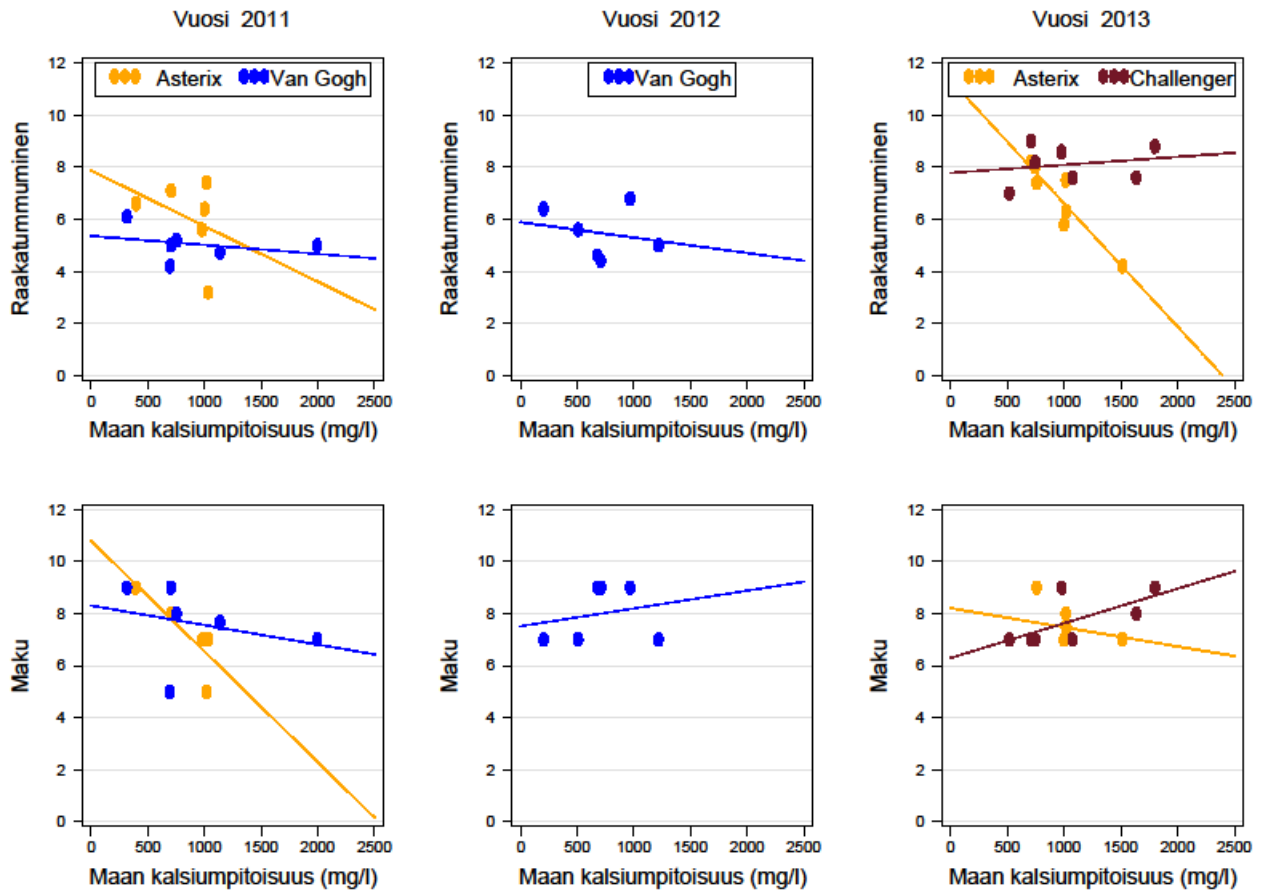


Kuva 24. Kaliumlannoituksen, maan kalium- ja mukuloiden kaliumpitoisuuksien yhteys sadon tärkkelyspitoisuuteen vuosina 2011-2013.

Satomukuloiden ravinnepitoisuuksien (B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn) yhteyttä sadon tärkkelyspitoisuuteen ei saatujen tulosten perusteella voitu todentaa muiden kuin kaliumin osalta. Mitä korkeammat mukuloiden kaliumpitoisuudet olivat Van Gogh – ja Asterix –lajikkeilla, sitä matalammat olivat satomukuloiden tärkkelyspitoisuudet. Challenger –lajikkeella ei vastaavaa yhteyttä ollut havaittavissa.

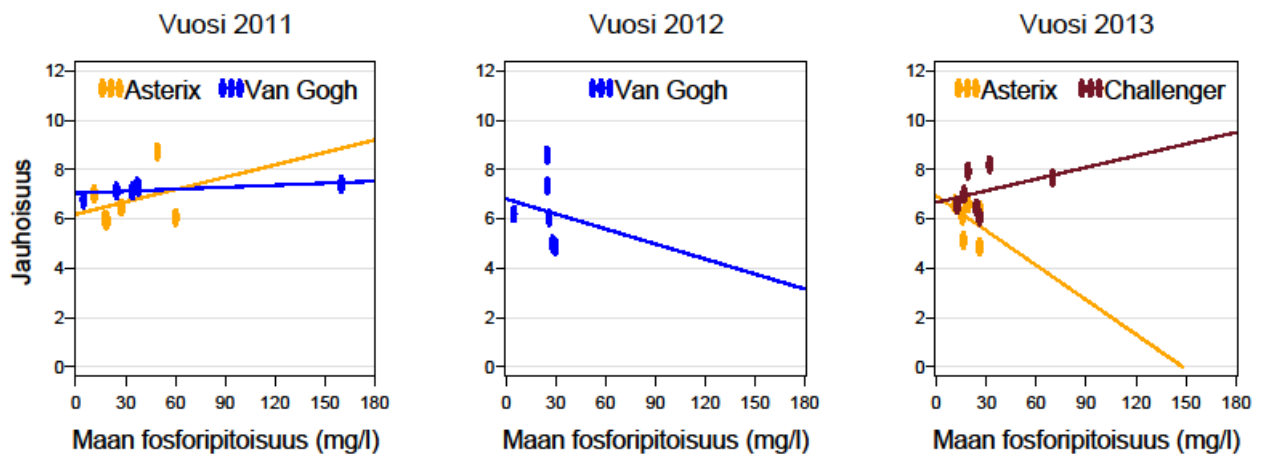
#### 4.3.3 Maan ravinteiden yhteys sadon käyttölaatuun

Mitä korkeammat maan kalsiumpitoisuudet olivat, sitä enemmän Van Gogh- ja Asterix-lajikkeilla oli raakatummista. 2011 ja 2013 Asterix- ja 2011 Van gogh -lajikkeella maan kalsiumpitoisuuden nousulla oli havaittavissa yhteys myös perunan huonompaan makuun. Sen sijaan 2013 Challenger- ja 2012 Van Gogh-lajikkeilla yhteys oli päinvastainen eli maku parantui maan kalsiumpitoisuuden noustessa (Kuva 25). Kalsiumpitoisuuden yhteydet jauhoisuuteen, rikkikiehumiseen, ulkonäköön ja mallon väriin olivat ristiriitaisia eri lajikkeilla ja eri vuosina, eikä selkeää yhteyttä näiden välillä voitu osoittaa.



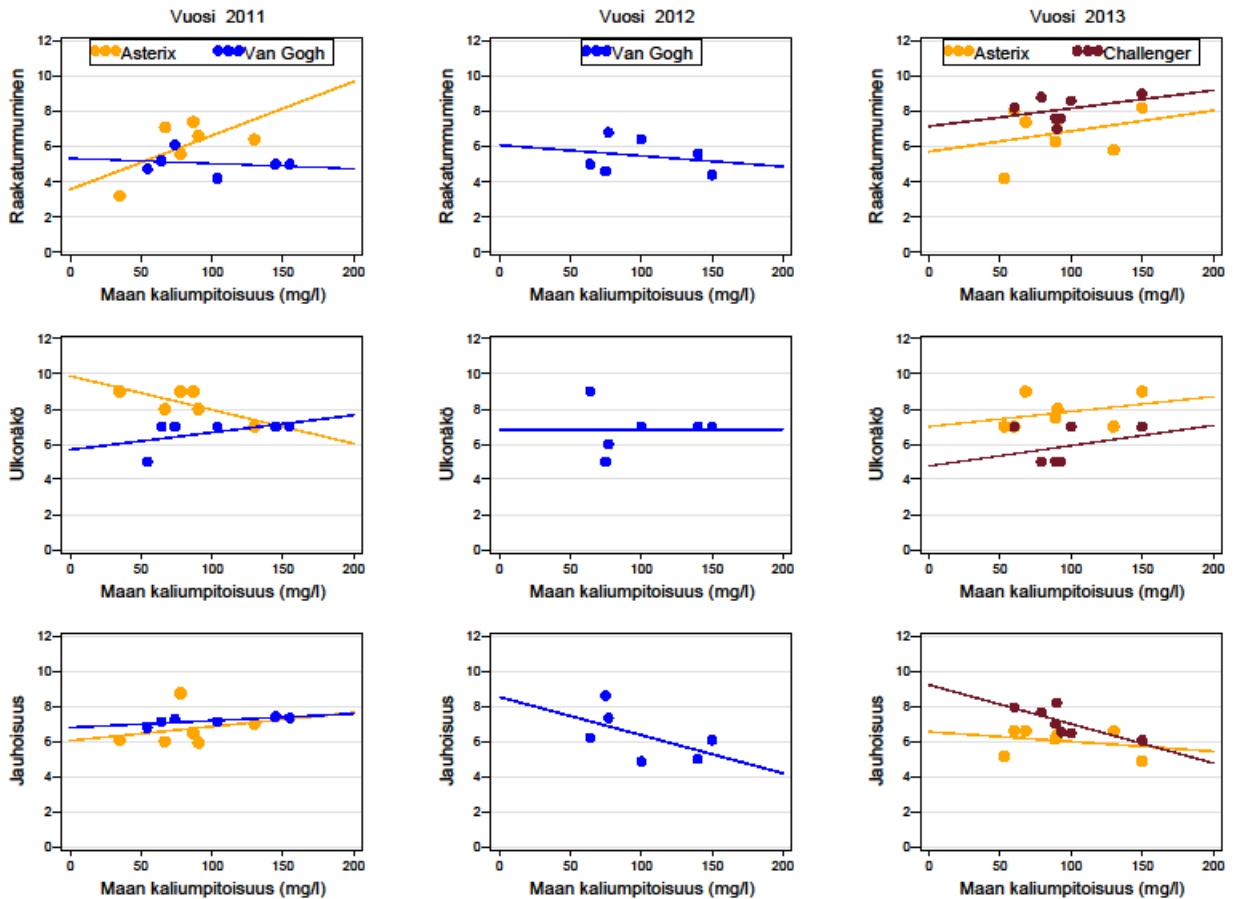
Kuva 25. Maan kalsiumpitoisuuden yhteys perunan raakatummumisen lisääntymiseen ja makuun. Mitä pienempi arvo raakatummumisella on sen voimakkaampaa tummuminen on, mitä pienemmän arvon maku on saanut sen huonompi se on.

Maan fosforipitoisuuden nousulla oli yhteys jauhoisuuden lisääntymiseen vuonna 2013 Challenger- sekä vuonna 2011 Asterix- ja Van Gogh lajikkeilla. Asterix-lajikkeella vuonna 2013 yhteys näyttäisi olevan päinvastainen, mutta havaintoja korkeista fosforipitoisuuksista ei kyseiseltä vuodelta ole (Kuva 26). Maan fosforipitoisuuden yhteyttä muihin käyttölaatuominaisuuksiin ei voida tulosten perusteella todeta.



Kuva 26. Maan fosforipitoisuuden yhteys perunan jauhoisuuteen. Perunan jauhoisuus laskee arvon pienentyessä.

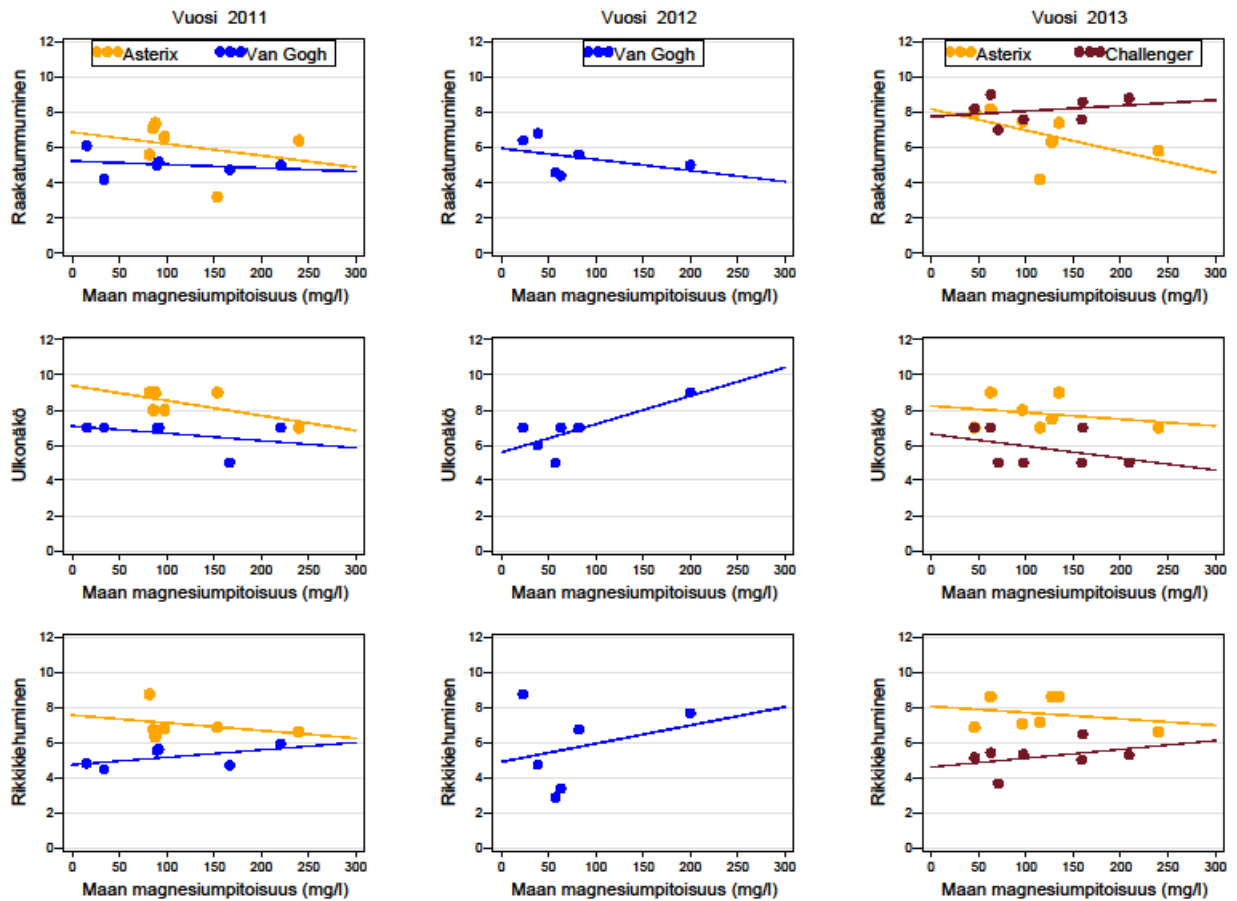
Kaliumin on aiemmin todettu vähentävän raakatumumista (Mondy ym. 1967, Mondy & Munshi 1993b). Näiden tulosten perusteella kaliumilla oli havaittavissa yhteys raakatumumisen vähenemiseen Asterix- ja Challenger-lajikkeilla. Van Gogh- lajikkeella maan kaliumpitoisuuden nousu ei vaikuttanut raakatumumiseen vähentävästi, sateisena vuonna 2012 se saattoi olla yhteydessä raakatumumisen lievään lisääntymiseen. Kaliumpitoisuuden nousu oli yhteydessä ulkonäön lievään paranemiseen, poikkeuksena oli Asterix-lajike 2011. Kaliumpitoisuuden nousu lisäsi hieman perunan jauhoisuutta 2011 Van Gogh- ja Asterix-lajikkeilla (Kuva 27). Maan kaliumpitoisuuden yhteyttä muihin käyttölaatuominaisuuksiin ei tulosten perusteella ollut havaittavissa.



Kuva 27. Maan kaliumpitoisuuden yhteys perunan raakatumumiseen, ulkonäköön ja jauhoisuuteen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

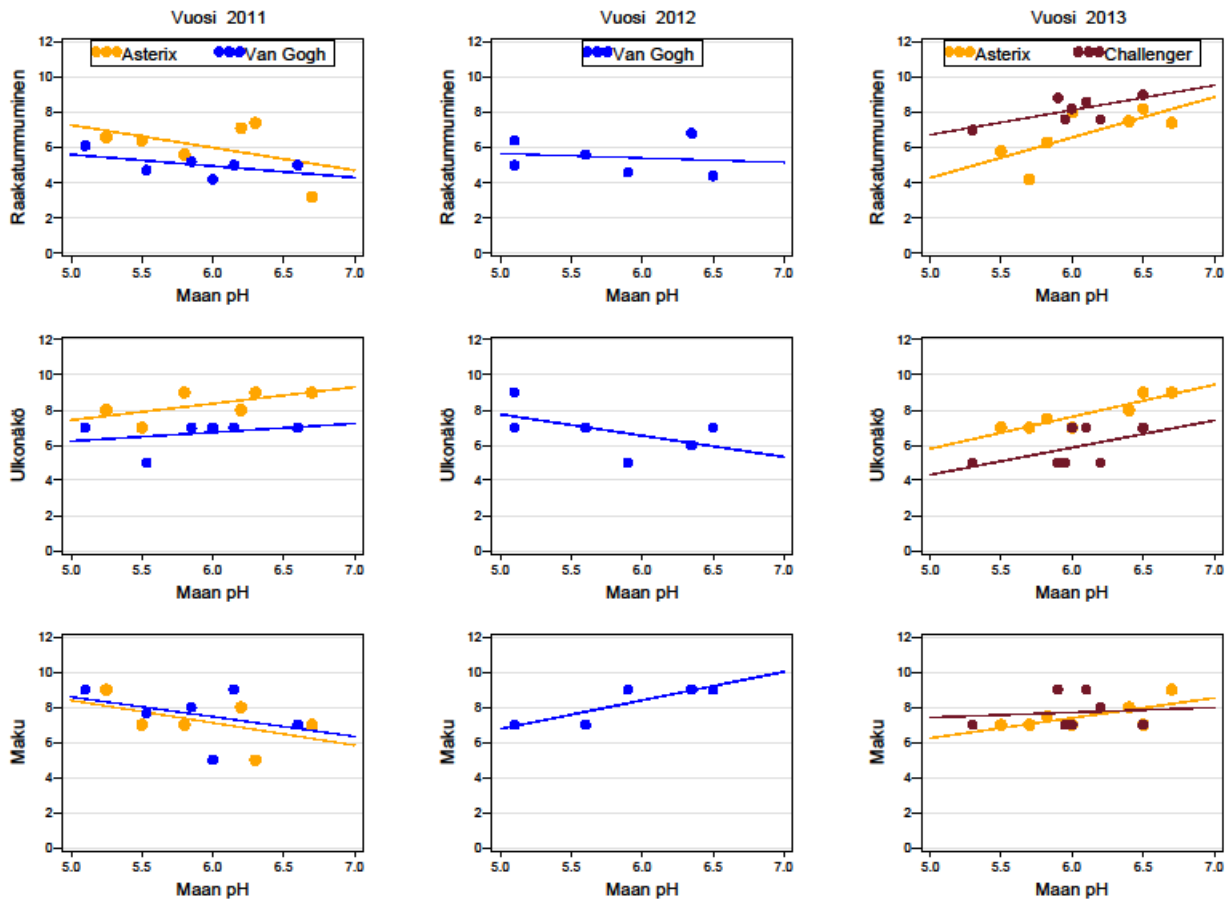
Maan magnesiumpitoisuuden nousulla oli Asterix- ja Van Gogh-lajikkeilla havaittavissa yhteys raakatumumisen lisääntymiseen, Challenger-lajikkeella kyseistä yhteyttä ei ollut.

Magnesiumpitoisuuden nousu oli yhteydessä ulkonäön lievään huononemiseen, poikkeuksena oli Van Gogh-lajike vuonna 2012. Korkeampi maan magnesiumpitoisuus vähensi Van Gogh- ja Challenger-lajikkeilla rikkikiehumista, kun taas Asterix-lajikkeella lisäsi (kuva 28). Maan magnesiumpitoisuudella ei ollut yhteyttä muihin käyttölaatuominaisuuksiin.



Kuva 28. Maan magnesiumipitoisuuden yhteys perunan raakatummumiseen, ulkonäköön ja rikkiehumiseen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Maan pH:n nousu oli 2011 ja 2012 Van Gogh-lajikkeella ja 2011 Asterix-lajikkeella yhteydessä raakatummumisen lievään lisääntymiseen ja 2013 Asterix- ja Challenger-lajikkeilla raakatummumisen vähenemiseen. Maan pH:n nousu paransi lievästi ulkonäköä, lukuun ottamatta Van Gogh-lajiketta 2012 (kuva 29).



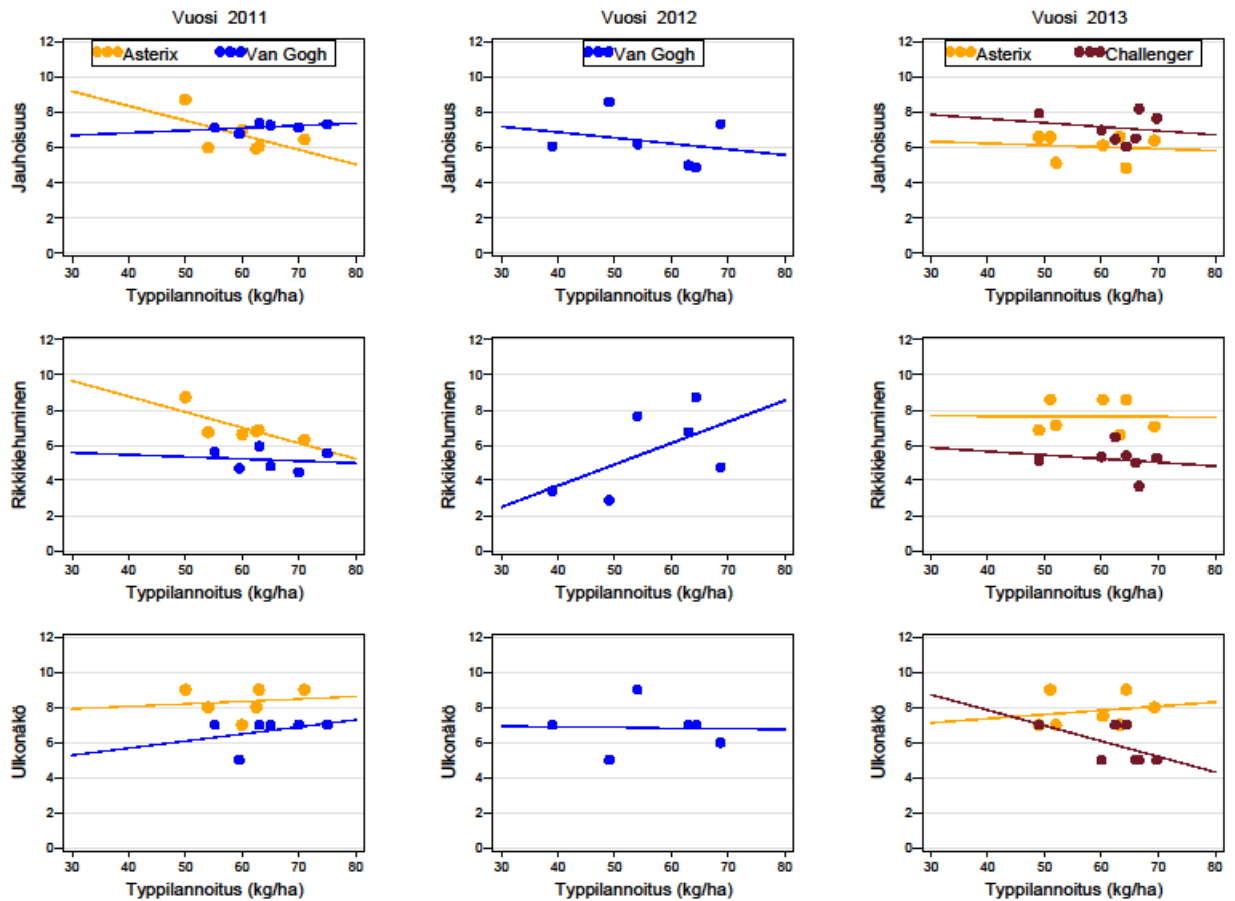
Kuva 29. Maan pH:n yhteys perunan raakatummumiseen, ulkonäköön ja makuun. Kaikki laatuominaisuudet huonevat arvojen pienentyessä.

Maan multavuuden yhteyttä käyttölaatuun ei tulosten perusteella voida arvioida. Näytelohkot olivat pääsääntöisesti multavuudeltaan vähämultaisia.

Yhteenvetona maan ravinteiden yhteys käyttölaatuun -tuloksista voidaan todeta, että raakatummumiseen olivat yhteydessä maan ravinteista kalium, kalsium ja magnesium. Korkeammat kaliumpitoisuudet vähensivät raakatummumista, magnesium- ja kalsiumpitoisuudet lisäsivät sitä. Perunan jauhoisuuden lisääntymiseen olivat yhteydessä maan korkeammat fosfori- ja kaliumpitoisuudet.

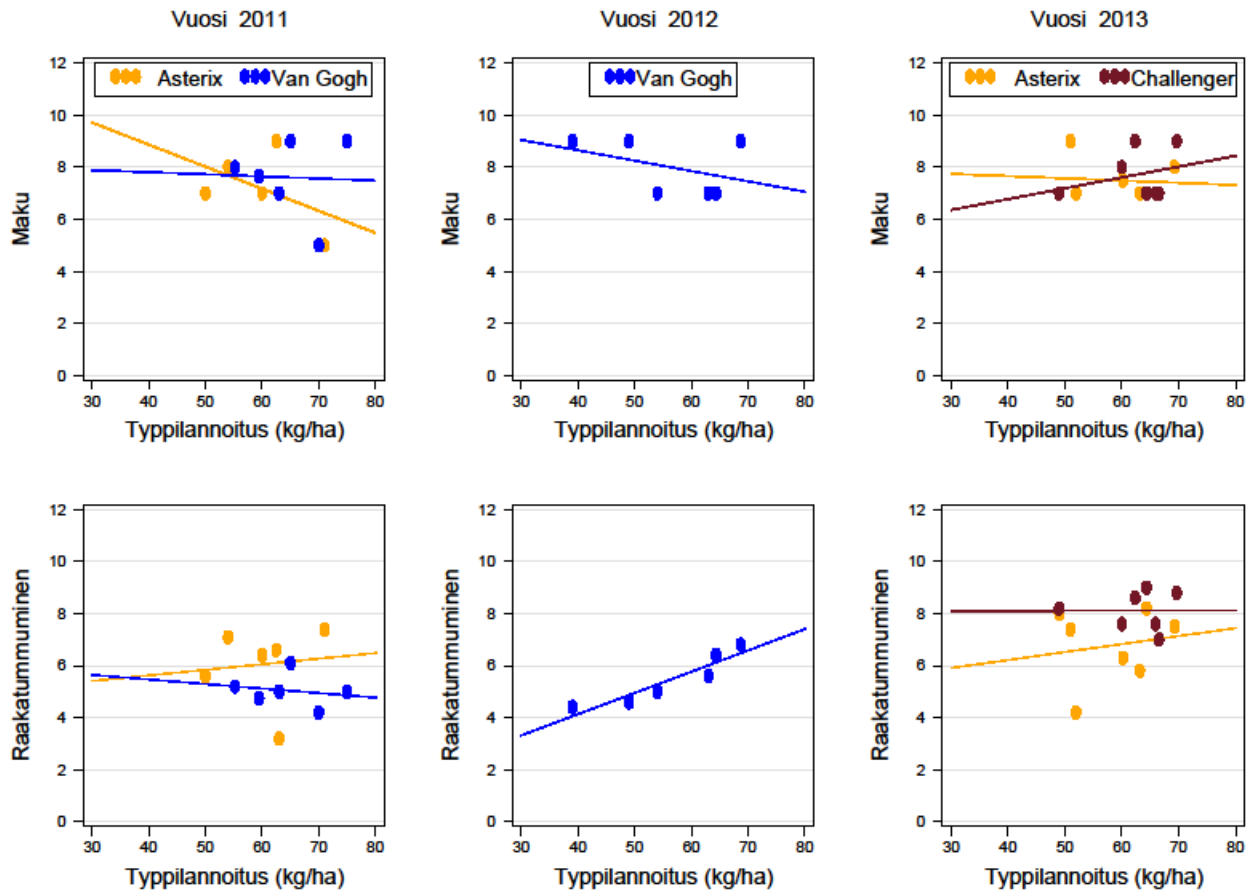
#### 4.3.4 Typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys sadon käyttölaatuun

Typpilannoituksen on aiemmissa tutkimuksissa todettu vaikuttavan moniin perunan laatuominaisuuksiin. On vaikea arvioida vaikuttaako typpi suoraan laatuun vai ovatko kysymyksessä mukuloiden tuleentumisasteiden erot (Laboski & Kelling 2007). Tulosten perusteella typpilannoitus ja mukulan jauhoisuus olivat yhteydessä toisiinsa. 2011 Asterix-lajikkeella, 2012 Van Gogh-lajikkeella ja 2013 Asterix- ja Challenger-lajikkeella mukulan jauhoisuus näytti laskevan typpilannoituksen lisääntyessä. Tarkasteltaessa perunan hajoamista keitetessä suhteessa annettuun typpilannoitukseen eri vuosien tulokset olivat keskenään ristiriitaisia. Challenger-lajikkeella typpilannoituksen lisääminen näyttäisi hieman lisäävän hajoamista, samoin Asterix-lajikkeella 2011. Van Gogh-lajikkeella 2012 typpilannoituksen lisääminen näytti olevan yhteydessä perunan vähäisempään hajoamiseen keitetessä ja 2011 perunoiden hajoamisessa oli liian vähän vaihtelua riippuvuuden havaitsemiseksi. Typpilannoituksen yhteys ulkonäköön on tulosten perusteella ristiriitainen, eikä suoria johtopäätöksiä voida tehdä (Kuva 30).



Kuva 30. Typpilannoituksen yhteys jauhoisuuteen, rikkiehumiseen ja ulkonäköön. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

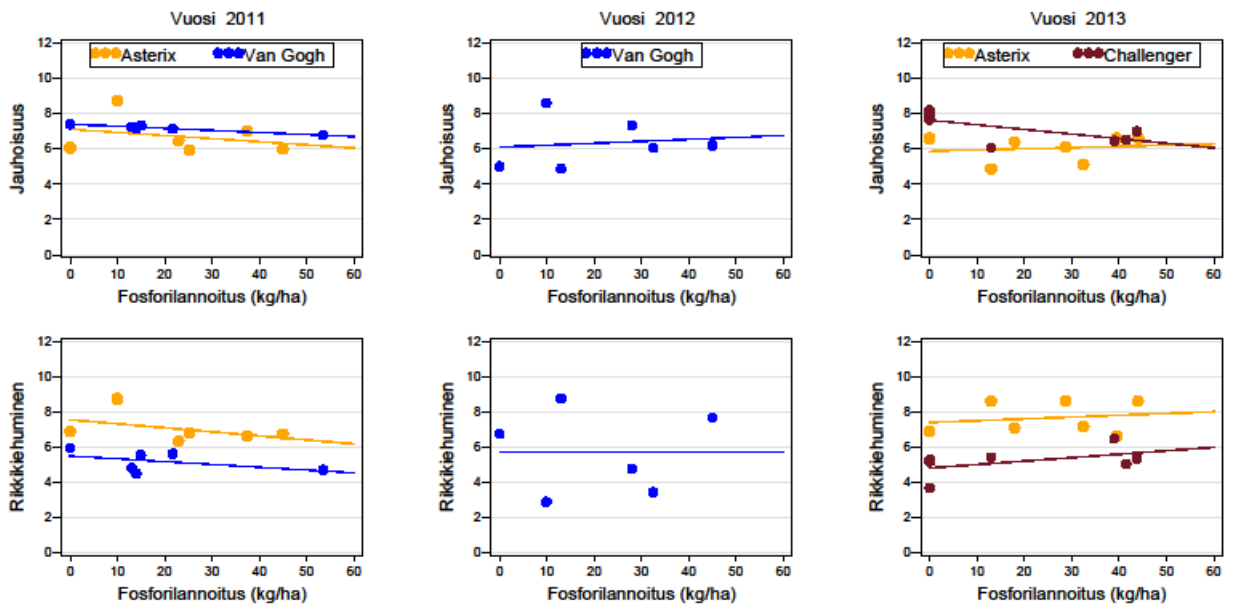
Tulosten perusteella typpilannoitus suuntaa-antavasti heikensi perunan makua Van Gogh- ja Asterix-lajikkeilla, Challenger-lajikkeella se vastaavasti hieman paransi makua. Typpilannoituksen on aiemmin todettu lisäävän raakatummumista (Schippers 1961, Mustonen 1999), tässä tutkimuksessa typpilannoituksen yhteys raakatummumiseen pystyttiin havaitsemaan kuitenkin vain Van Gogh-lajikkeella 2011, muina vuosina ja muilla lajikkeilla yhteyttä ei ollut tai se oli päinvastainen (Kuva 31).



Kuva 31. Typpilannoituksen yhteys makuun ja raakatummumiseen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

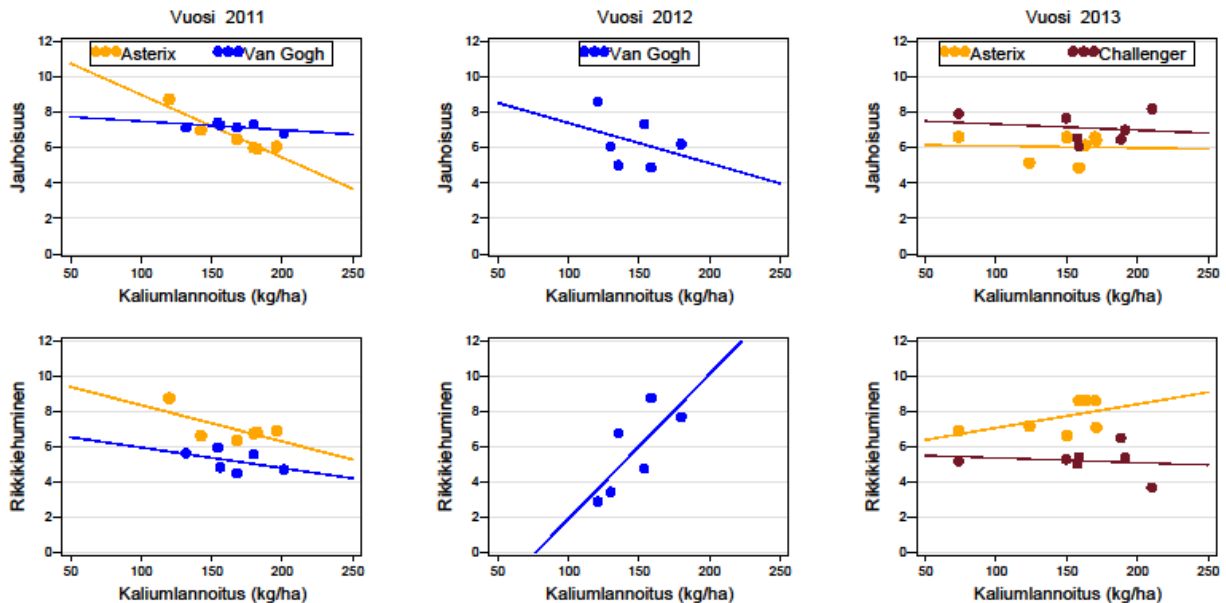
Fosforilannoituksen on todettu vaikuttavan perunan kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuuksiin ja sitä kautta olevan yhteydessä perunan käyttölaadun eri osa-alueisiin (Van Dijk ym. 2002a). Tässä tutkimuksessa fosforilannoituksen yhteyttä tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksiin ei kuitenkaan havaittu (s.43). Fosforilannoituksella ei tulosten perusteella ollut havaittavissa yhteyttä jauhoisuuteen eikä rikkikiehumiseen. Challenger-lajikkeella 2013 fosforilannoitus saattoi vähentää jauhoisuutta (kuva 32). Fosforilannoituksella ei havaittu olevan yhteyttä muihin käyttölaatuominaisuuksiin.





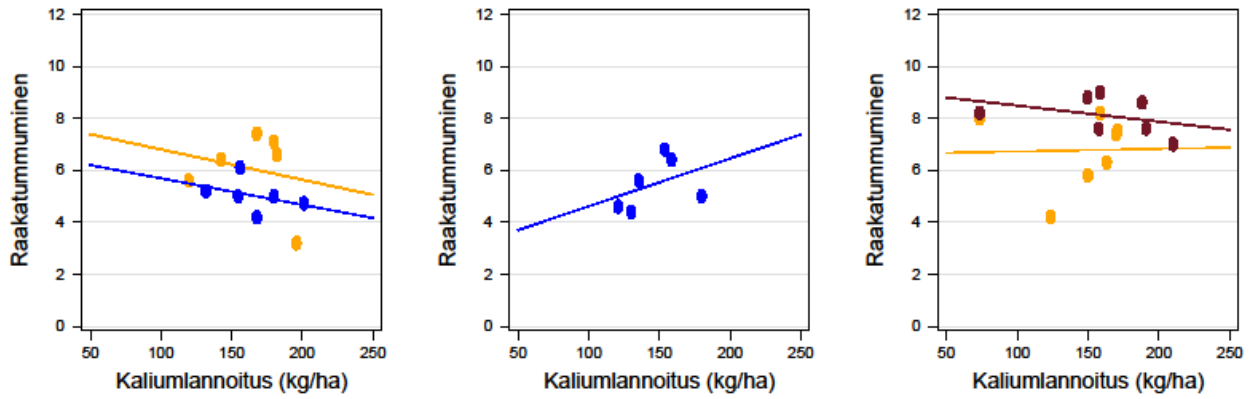
Kuva 32. Fosforilannoituksen (kg/ha) yhteys perunan jauhoisuuteen ja rikkikiehumiseen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Tulosten perusteella kaliumlannoitus oli yhteydessä jauhoisuuden vähenemiseen. Selkeimmin jauhoisuus väheni Asterix-lajikkeella 2011 ja Van Gogh-lajikkeella 2012. 2011 kaliumlannoitus oli Van Gogh- ja Asterix-lajikkeilla yhteydessä perunan hajoamiseen keitettyä, kun taas 2012 Van Gogh- ja 2013 Asterix-lajikkeella perunat hajosivat vähemmän kaliumlannoituksen lisääntyessä (kuva 33).



Kuva 33. Kaliumlannoituksen yhteys perunan jauhoisuuteen ja rikkikiehumiseen vuosina 2011-2013. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Kaliumin on aiemmissa tutkimuksissa todettu vähentävän perunan raakatummumista, mutta näiden tulosten perusteella selvää yhteyttä kaliumlannoituksen ja raakatummumisen välillä ei voitu osoittaa. 2011 Van Gogh-, 2013 Asterix- ja Challenger-lajikkeilla kaliumlannoituksen lisääntyminen oli yhteydessä raakatummumisen lisääntymiseen (kuva 34). 2012 Van Gogh-lajikkeella kaliumlannoitus vähensi raakatummumista. Kaliumlannoituksella ei ollut selkeitä yhteyksiä muihin käyttölaadun ominaisuuksiin.

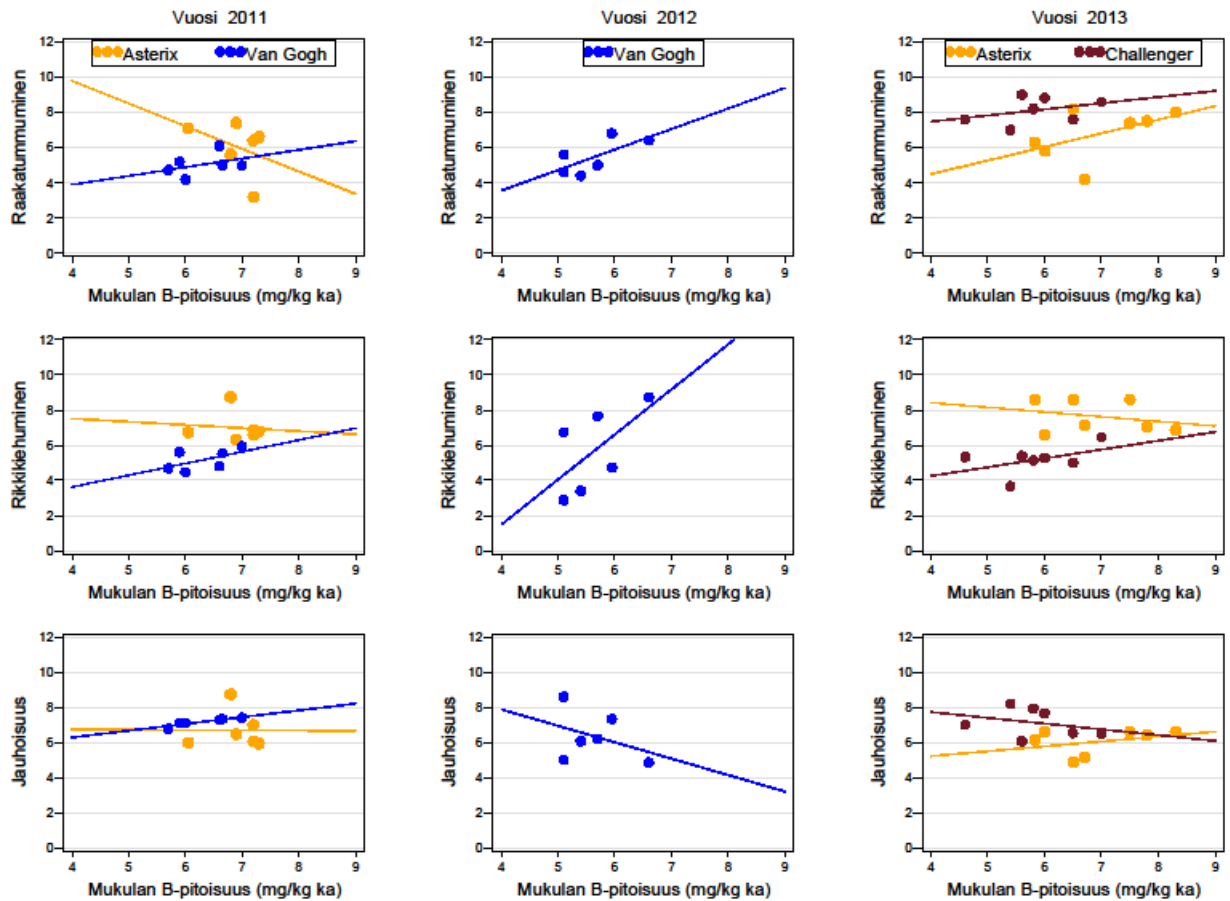


Kuva 34. Kaliumlannoituksen yhteys raakatummumiseen vuosina 2011-2013. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Yhteenvedona typpi-, fosfori- ja kaliumlannoituksen yhteys käyttölaatuun –tuloksista voidaan sanoa, että jauhoisuuden vähenemiseen olivat yhteydessä typpi- ja kaliumlannoitus, fosforilannoituksella ei havaittu yhteyttä jauhoisuuteen.

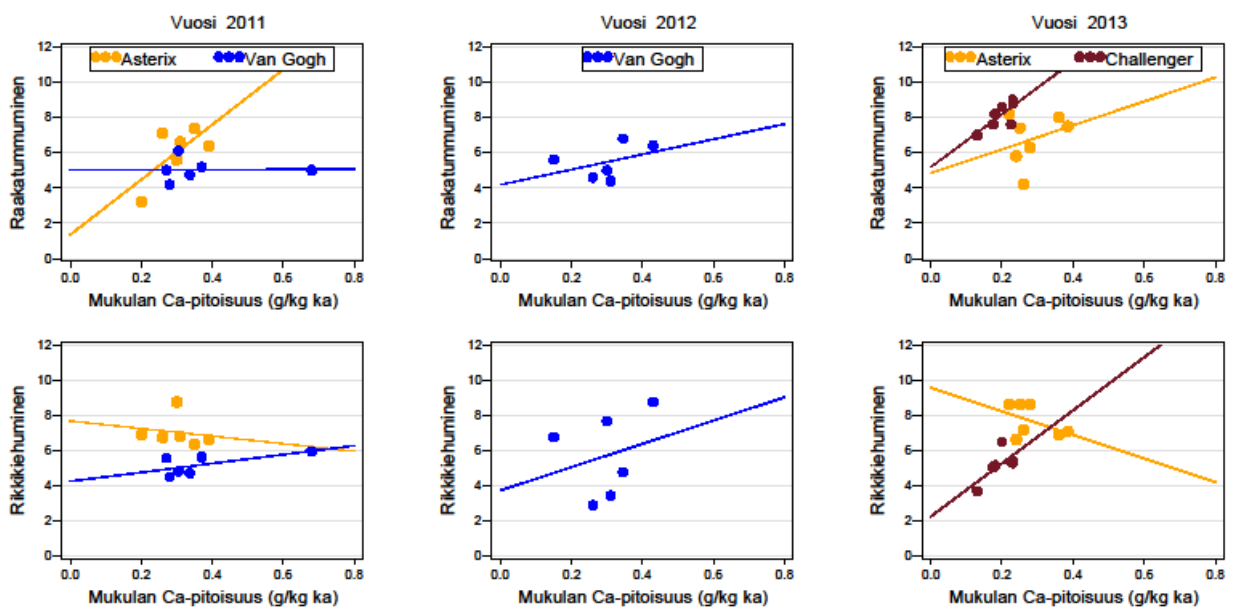
#### 4.3.5 Sadon ravinteiden yhteys käyttölaatuun

Mukuloiden korkeampi booripitoisuus vähensi raakatummumista, poikkeuksena oli Asterix-lajike 2011. Van Gogh- ja Challenger-lajikkeilla mukuloiden booripitoisuuden nousulla oli yhteys rikkikiehumisen vähenemiseen. Booripitoisuuden nousu oli yhteydessä jauhoisuuden lievään lisääntymiseen 2011 Van Gogh-lajikkeella ja 2012 Asterix-lajikkeella, 2012 Van Gogh-lajikkeella ja 2013 Challenger-lajikkeella yhteys oli päinvastainen. (kuva 35)



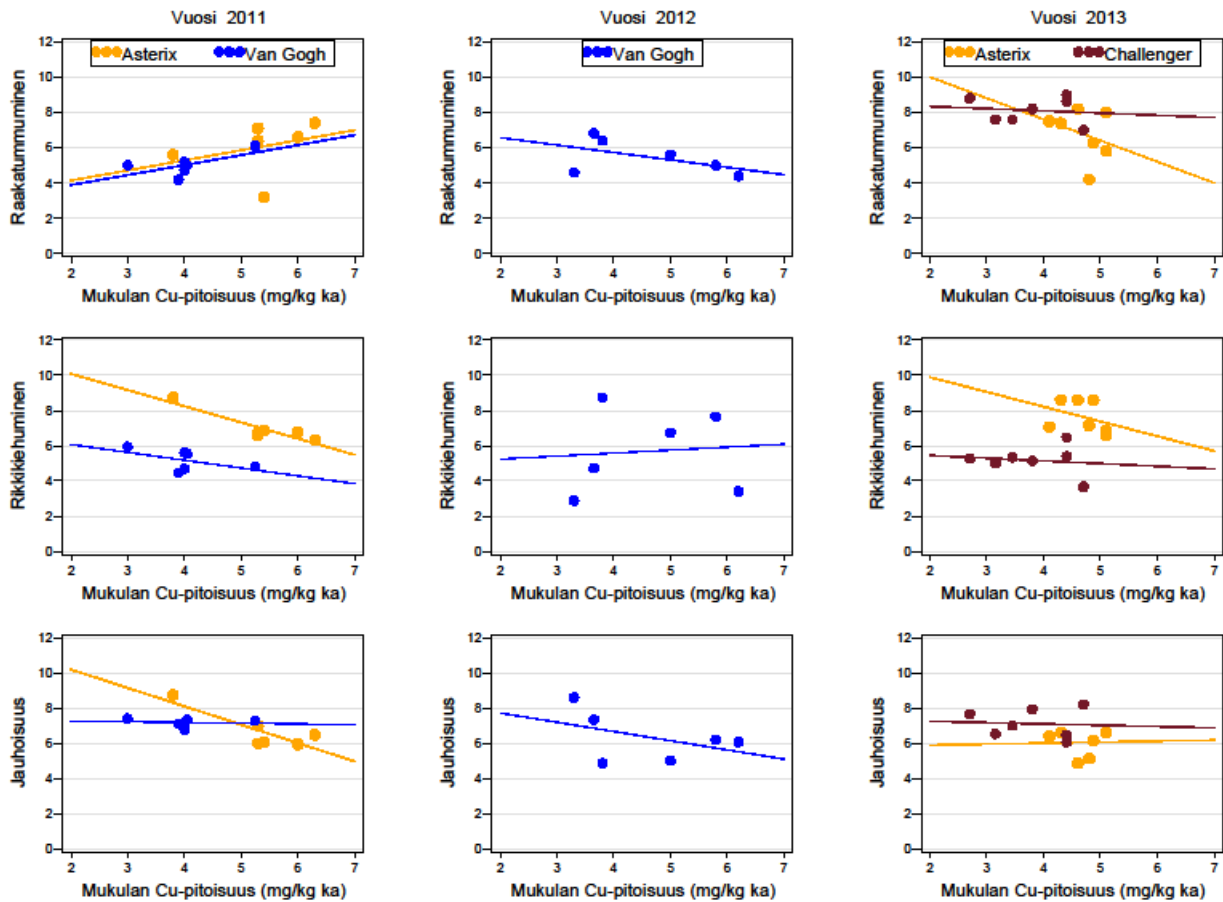
Kuva 35. Mukulan booripitoisuuden (mg/kg ka) yhteys raakatummumiseen, rikkikiehumiseen ja jauhoisuuteen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukuloiden korkeammat kalsiumpitoisuudet vähensivät raakatummumista. Kalsiumpitoisuudella oli yhteys myös rikkikiehumisen vähenemiseen Challenger- ja Van Gogh-lajikkeilla, Asterix-lajikkeella yhteys oli päinvastainen. (Kuva 36)



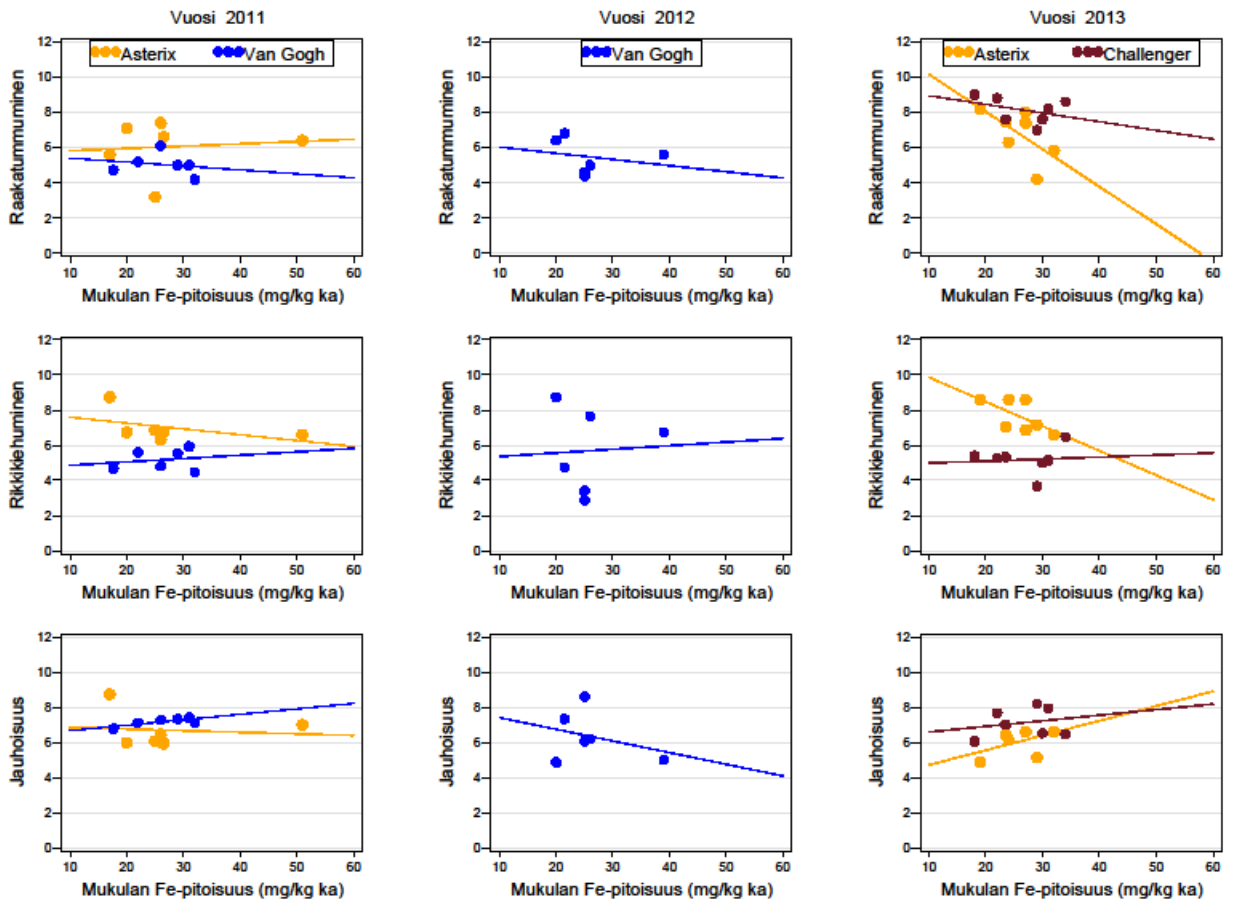
Kuva 36. Perunan kalsiumpitoisuuden (g/kg ka) yhteys raakatummumiseen ja rikkikiehumiseen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukuloiden korkeammat kuparipitoisuudet vähensivät raakatumumista 2011, muina vuosina yhteys oli päinvastainen. Mukulan kuparipitoisuuden nousu oli yhteydessä rikkikiehumisen lievään lisääntymiseen ja jauhoisuuden lievään vähenemiseen (kuva 37).



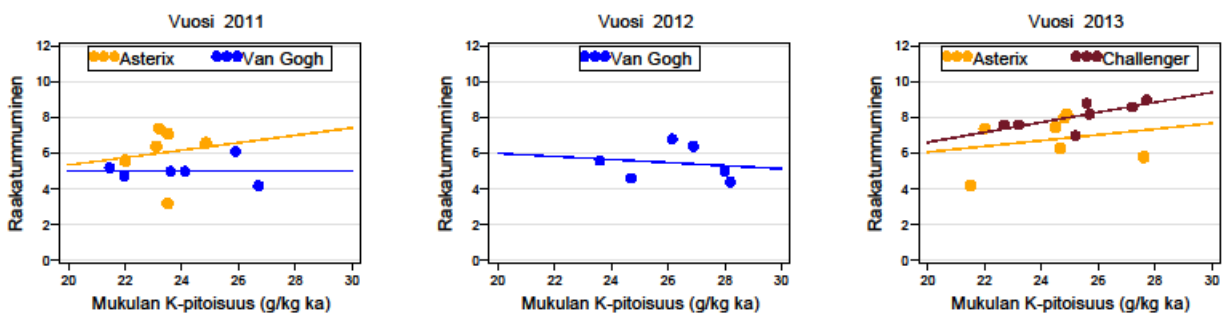
Kuva 37. Perunan kuparipitoisuuden yhteys raakatumumiseen, rikkikiehumiseen ja jauhoisuuteen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukuloiden korkeammat rautapitoisuudet lisäsivät lievästi raakatumumista. Rautapitoisuuden yhteys rikkikiehumisen vähenemiseen tuli esille Asterix-lajikkeella. Rautapitoisuuden nousu saattoi olla yhteydessä jauhoisuuden hienoiseen lisääntymiseen (kuva 38).



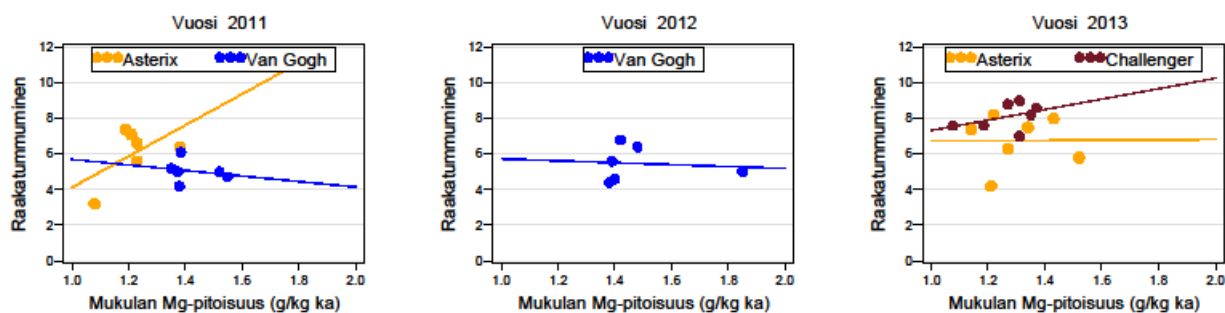
Kuva 38. Perunan rautapitoisuuden yhteys raakatummumiseen, rikkikiehumiseen ja jauhoisuuteen. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukuloiden kaliumpitoisuuden nousun on aiemmin todettu vähentävän raakatummumista (Baerug & Enge 1974) ja tässä tutkimuksessa se oli havaittavissa Challenger- ja Asterix-lajikkeilla (kuva 39). Van Gogh-lajikkeella yhteyttä ei ollut havaittavissa.



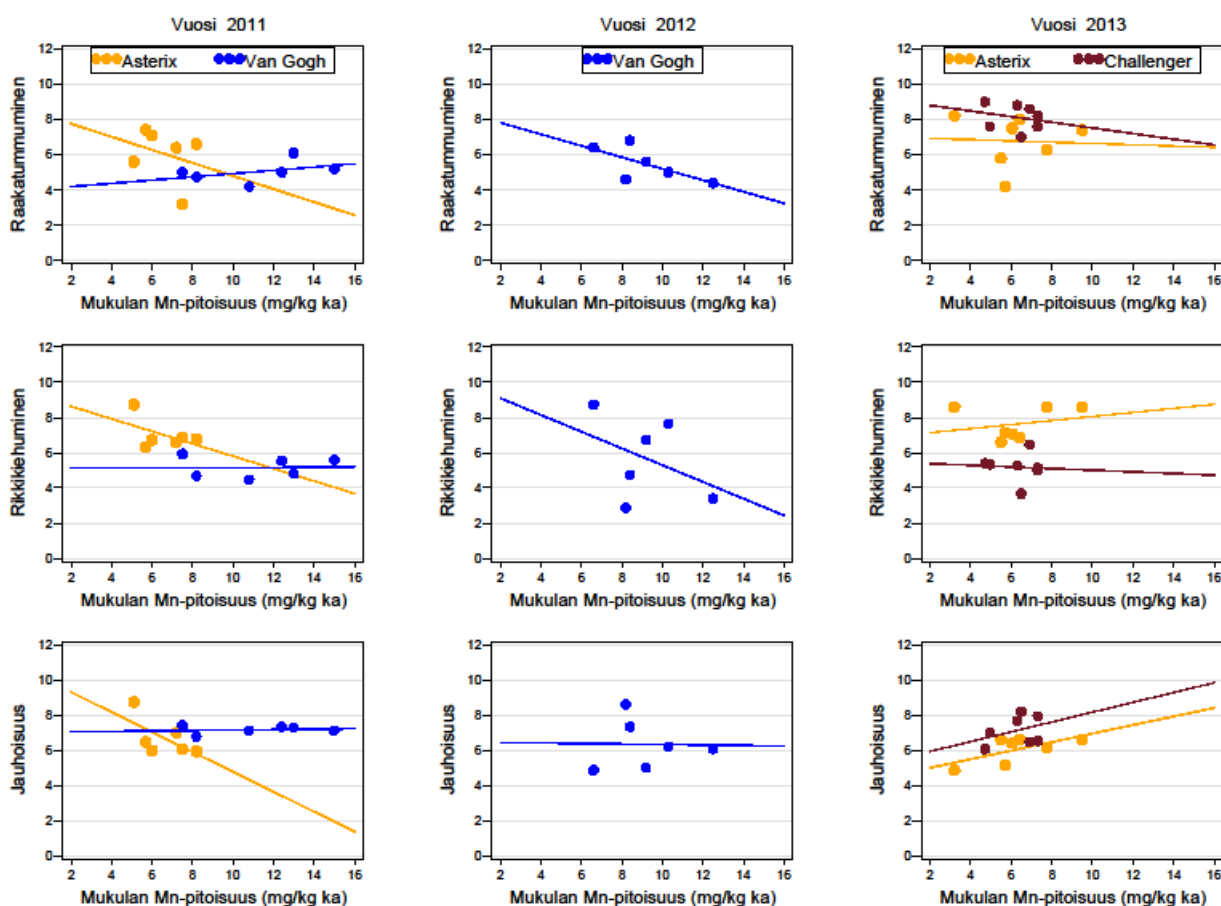
Kuva 39. Perunan kaliumpitoisuuden yhteys raakatummumiseen vuosina 2011-2013. Raakatummuminen lisääntyy arvon pienentyessä.

Mukuloiden korkeammat magnesiumipitoisuudet vähensivät lievästi raakatummumista Challenger-lajikkeella 2013. Muilla lajikkeilla selvää yhteyttä mukulan magnesiumipitoisuuden ja raakatummumisen välillä ei ollut (kuva 40). Asterix- ja Challenger-lajikkeilla mukulan magnesiumipitoisuuden nousu oli yhteydessä perunan lievään jauhoisuuden lisääntymiseen.



Kuva 40. Perunan magnesiumipitoisuuden yhteys raakatummumiseen vuosina 2011-2013. Raakatummuminen lisääntyy arvon pienentyessä.

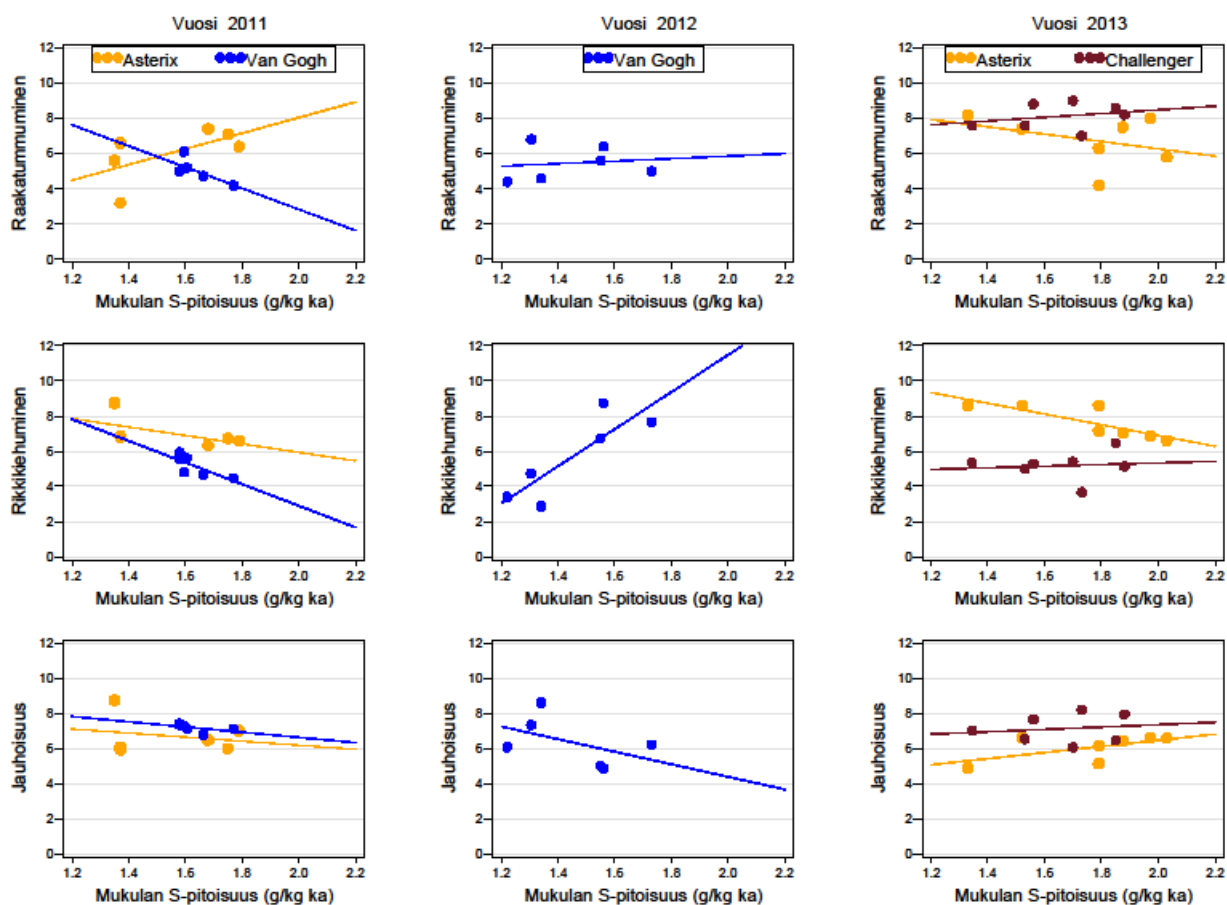
Mukuloiden korkeammat mangaanipitoisuudet lisäsivät raakatummumista 2012 Van Gogh-lajikkeella ja 2013 Challenger-lajikkeella, 2011 tulos oli Van Gogh-lajikkeella päinvastainen. Asterix-lajikkeella yhteyttä raakatummumisen ja mangaanipitoisuuden välillä ei ollut. Mukuloiden mangaanipitoisuuden nousulla oli yhteys rikkikiehumisen lisääntymiseen 2012 Van Gogh-lajikkeella, muissa tapauksissa yhteyttä ei ollut. Mangaanipitoisuuden nousu oli yhteydessä jauhoisuuden lisääntymiseen, paitsi 2011 Asterix-lajikkeella ja 2012 Van Gogh-lajikkeella. (kuva 41)



Kuva 41. Perunan mangaanipitoisuuden yhteys raakatummumiseen, rikkikiehumiseen ja jauhoisuuteen vuosina 2011-2013. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukuloiden rikkipitoisuus vähensi lievästi raakatummumista 2013 Challenger-lajikkeella, 2012 Van Gogh-lajikkeella ja 2011 Asterix-lajikkeella, muissa tapauksissa yhteys oli päinvastainen. Rikkipitoisuuden nousu oli Asterix-lajikkeella yhteydessä rikkikiehumisen lievään lisääntymiseen, kuten myös Van

Gogh-lajikkeella 2011. 2012 Van Gogh-lajikkeella sen sijaan rikkipitoisuuden nousu oli yhteydessä rikkikiehumisen selkeään vähenemiseen. Mukuloiden rikkipitoisuuden nousu oli yhteydessä jauhoisuuden vähenemiseen Van Gogh-lajikkeella 2011 ja 2012, sekä Asterix-lajikkeella 2011, Challenger-lajikkeella yhteys oli päinvastainen. (Kuva 42)



Kuva 42. Perunan rikkipitoisuuden yhteys raakatummumiseen, rikkikiehumiseen ja jauhoisuuteen vuosina 2011-2013. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

Mukulun natrium- sinkki- ja fosforipitoisuuksilla ei ollut tulosten perusteella havaittavissa yhteyksiä käyttölaatuun.

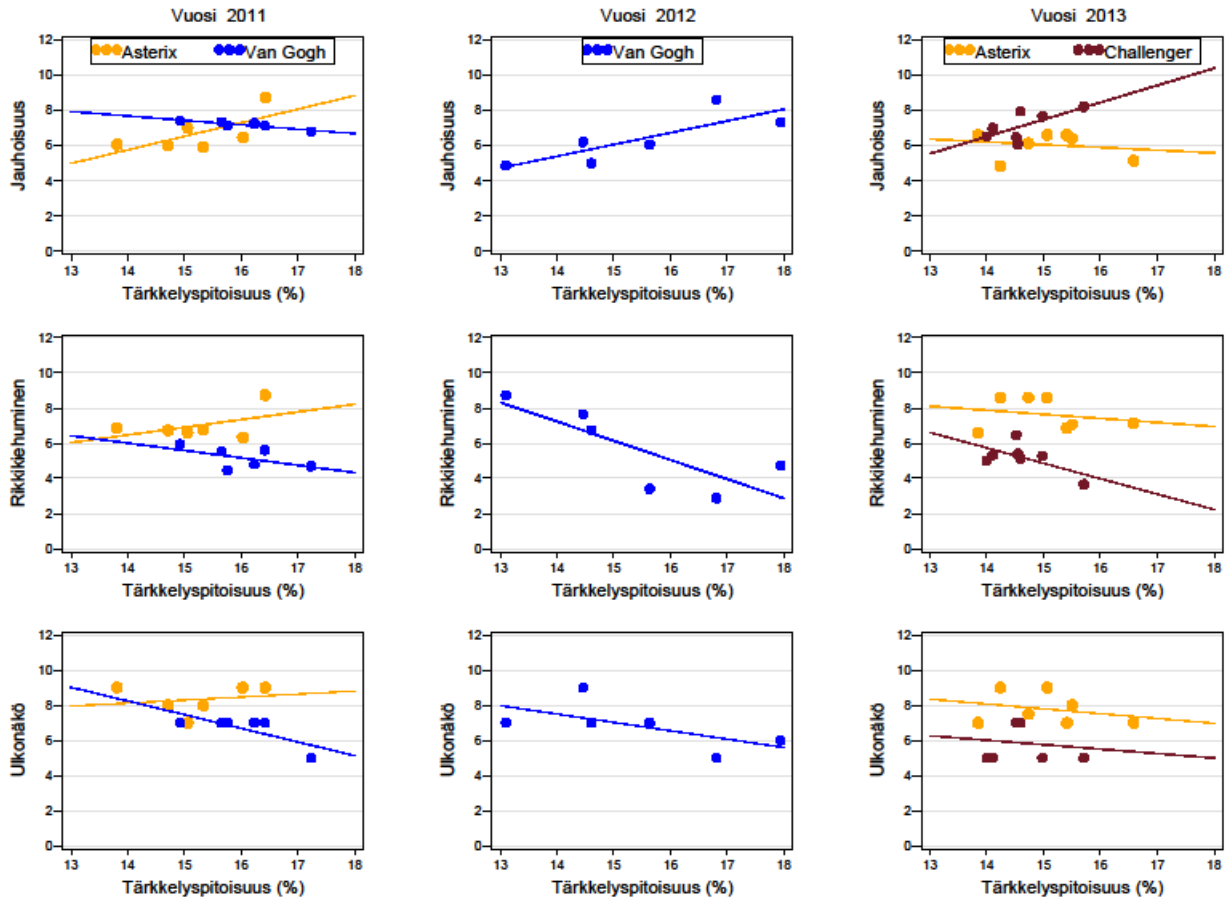
Yhteenvedona 'Sadon ravinteiden yhteys käyttölaatuun' -tuloksista voidaan todeta, että raakatummumiseen olivat yhteydessä monet mukulan ravinteet. Kalsium-, kupari-, kalium-, magnesium-, boori- ja rikkipitoisuuksien nousu mukuloissa vähensi raakatummumista, rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousu taas lisäsi sitä. Jauhoisuuden lisääntymiseen mukuloiden ravinteista olivat yhteydessä boori, rauta, magnesium ja mangaani. Rikkikiehumista vähensivät korkeammat boori- ja kalsiumpitoisuudet.

#### 4.3.6 Sadon tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuden yhteys käyttölaatuun

Mukuloiden tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien on aiemmissa tutkimuksissa todettu hyvin pitkälle määrittävän perunan keitto-ominaisuuksia (Van Dijk ym. 2002a, Van Dijk ym. 2002b). Tulosten perusteella mukuloiden tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksilla on yhteyksiä joihinkin perunan käyttölaadun osaluoihin, kuten ulkonäköön, jauhoisuuteen ja rikkikiehumiseen (kuva 50). Tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien nousu oli tarkastelussa olleilla lajikkeilla kaikkina vuosina yhteydessä mukuloiden hajoamiseen keitettäessä ja siten keitetyn perunan ulkonäön huononemiseen, poikkeuksena tästä oli Asterix 2011. Tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien nousu oli yhteydessä jauhoisuuteen. 2012 Van Gogh-, 2011 Asterix- ja 2013 Challenger-lajikkeilla jauhoisuus lisääntyi tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien noustessa, sen sijaan 2011 Van Gogh- ja 2013 Asterix-lajikkeella riippuvuus näyttäisi olevan päinvastainen (kuva 43). Perunan tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien yhteydestä makuun ja mallon väriin tulokset ovat eri



vuosina ja eri lajikkeilla toisistaan poikkeavia, Challenger-lajikkeella tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksilla ei näyttäisi olevan yhteyttä makuun eikä mallon väriin. Tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien ja perunan raakatummumisen sekä keiton jälkeisen tummumisen välillä ei tulosten perusteella ole yhteyksiä.



Kuva 43. Perunan tärkkelyspitoisuuden yhteys jauhoisuuteen, rikkikiehumiseen ja ulkonäköön. Kaikki laatuominaisuudet huononevat arvojen pienentyessä.

# Osa II: Perunan laatu ammattitalouskeittiöillä

Soila Hiltunen, Helena Lahdenperä ja Kaisa Myllykangas

---

## 5 Logistiikan ja ammattitalouskeittiön vaikutus perunan laatuun

---

Perunan käyttölaadun takaamiseksi on tuotantoketjussa varmistettava perunan säilyvyys ruokailijalle saakka. Myös tuotantoketjua kehittävän palautteen antaminen pitäisi olla helppoa ja joustavaa.

Perunan kasvuolosuhteet ja käsittely ennen kuorintaa vaikuttavat annosperunan ulkonäköön sekä sen käyttäytymiseen raakana ja kypsänä. Pohjois- ja Keski-Pohjanmaalla toimivat kuorimot ja jalostajat käyttävät sekä itse tuottamaansa että muualta hankittua perunaa. Hankittu peruna voi tulla sopimusviljelijöiltä tai perunan välittäjiltä. Sopimusviljelijöiden kanssa voidaan sopia tietyistä perunan käsittely- ja varastointitavoista. Näin kuorimon on helpompi varmistaa kuorittavaksi tulevan annosperunan laatua. Kun toimitusketju on pitkä, ammattikeittiöillä on luonnollisesti suurempi työ jäljittää perunan alkuperää.

Ammattikeittiöillä on ollut erilaisia käytäntöjä kuoritun perunan tilauksissa. Jotkut keittiöt toimittavat kuorimolle ruokalistat, joiden avulla kuorimot voivat ennakoida kuorittavia perunamääriä eri käyttötarkoituksiin. Osa keittiöistä tilaa perunat viikoittain, toimituskertoja voi olla useita viikon aikana. Kuorimoilta ammattikeittiöille kuorittu peruna toimitetaan joko vakuumpakkauksissa, muovipusseissa tai ve-siastioissa. Pakkausmerkinnöissä on erilaisia käytäntöjä, joista yleisin merkintä on parasta ennen -päiväys. Peruna tulisi toimittaa mahdollisimman pian kuorinnan jälkeen keittiöille kylmäkuljetuksena. Kylmäketju ei saa katketa toimituksen aikana. Keittiöillä täytyisi olla vastaanottaja tai peruna toimitetaan suoraan kylmiöön, josta perunat otetaan käyttöön.

Keittiöiden tehtävänä on huolehtia perunan oikeaoppisesta varastoinnista ja käsittelystä ennen kypsennystä, peruna-aterioiden valmistuksesta ja niiden jakelusta. Monilla keittiöillä perunaa kypsennetään useiden keittiöiden tarpeisiin. Kun ruokaa toimitetaan keskuskeittiöltä jakelukeittiöille, voidaan kuumaa perunaa säilyttää pitkiäkin aikoja lämpimänä. Ammattikeittiöissä perunaa saatetaan joutua myös lämpösäilyttämään. Turhaa lämpösäilytystä voidaan välttää kypsentämällä perunoita useammassa erässä ruokailun ajan, mikäli tämä on ajankäytön suhteen mahdollista. Perunoiden lämpösäilytyksessä maku, ulkonäkö ja rakenne kärsivät, myös C-vitamiinipitoisuus laskee. Perunaa lämpösäilytettäessä oikea lämpötila on +60 - +65 °C. Kuoripäälliset perunat kestävät lämpösäilytystä paremmin kuin kuoritut perunat (Häkkinen & Ypyä 2000).

Taulavuoren (2002) mukaan ammattikeittiöiden yleisimpiä ongelmia perunoiden laatuun liittyen ovat raakatummuminen, hajoaminen, kuoretuminen, jälkitummuminen ja makuvirheet.

Laatuongelman poistamiseksi keittiöiden olisi otettava yhteyttä toimittajaan. Myös kuorinnalla voidaan vaikuttaa raakatummumiseen, veitsikuorinta on hellävaraisempi vaihtoehto kuin karborundum-kuorinta ja perunan pinta ei veitsellä kuorittuna altistu yhtä herkästi hapettumiselle.

Kypsennettyjen perunoiden rakenteen hajoamiseen saattaa vaikuttaa jauhoinen ja tärkkelyspitoinen lajike tai liian pitkä kypsennysaika. Perunoiden hajoamista voidaan välttää valitsemalla kiinteä lajike ja perunoiden kypsyys tulisi tarkistaa hyvissä ajoin ja mahdollinen jälkikypsyminen lämpösäilytyksessä tulisi ottaa huomioon.

Ns. ”kumiperunat” kehittyvät, kun kuoritun perunan pintasolukon tärkkelys liisteröityy kypsennyksen aikana. ”Kumiperunoiden” syntyä voidaan ehkäistä esimerkiksi välttämällä yli tunnin kestävää lämpösäilytystä ja porrastamalla perunan kypsennys. Myös lämpöhauteen lämpötila tulisi pitää tarpeeksi matalana (+65 °C) ja suojata perunat tiiviillä kannella. Myös jälkitummumista voidaan ehkäistä välttämällä yli tunnin kestävää lämpösäilytystä ja yli +65 asteen lämpötilaa tarjoiluhauteessa.

Kuorinta, esikypsennys, säilöntäaineet, säilytysolosuhteet ja lämpösäilytys saattavat vaikuttaa perunan makuun. Perunan makuun voidaan keittiöillä vaikuttaa varastoinnilla ja lämpösäilytyksellä. Oikea varastointilämpötila on +4 °C tai hieman lämpimämpi, liian kylmä kylmiö saattaa aiheuttaa perunoissa makeu-

tumista. Lämpösäilytyksessä makuvirheitä alkaa syntyä jo puolen tunnin lämpösäilytyksen jälkeen (Taulavuori 2002).

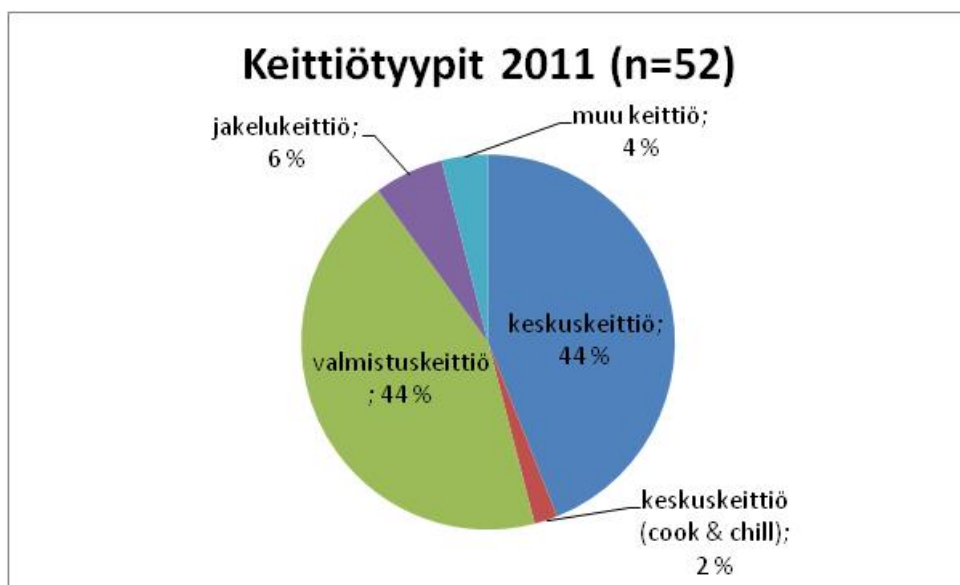
Kun perunaa käsitellään kuorimoissa ja jatkojalostustiloissa, on yrityksiä toiminta elintarvikehuoneisto- toimintaa ja elintarvikevalvonnan alaista. Kaikkien perunaketjussa toimivien osapuolten on tehtävä oma- valvontasuunnitelma, jossa kuvataan elintarvikkeiden käsittely. Myös kuoritun perunan kuljetuskalusto on elintarvikehuoneisto. Kun perunan rakenne rikotaan, muuttuu peruna pilaantuvasta helposti pilaantuvaksi elintarvikkeeksi. Elintarvikelainsäädännössä on tapahtunut muutoksia viime vuosina ja esimerkiksi lämmintä ruokaa saa säilyttää kuumana (+ 60 °C tai yli) neljän tunnin ajan aikaisemmin kahden tunnin sijasta.

## 6 Materiaalit ja menetelmät

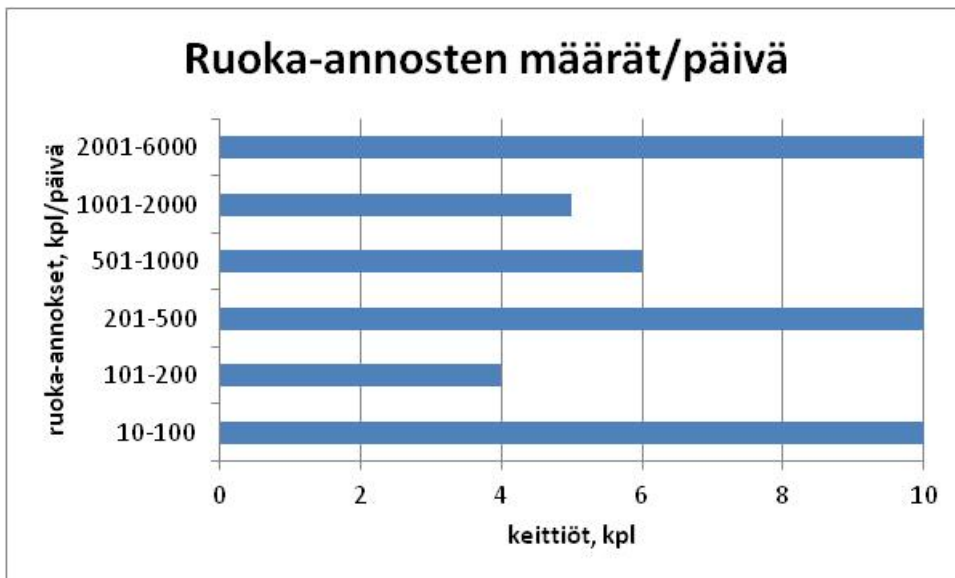
### 6.1 Tiedonkeruu keittiöiltä

Tiedonkeruu toteutettiin ammattikeittiöille tehtyjen kyselyiden sekä keittiö- ja jalostamokäyntien avulla. Keittiöillä seurattiin perunan käsittelyprosessia ja jalostamokäynneillä keskusteltiin keittiö- ja jalostamohenkilöstön kanssa. Kyselyt ammattikeittiöille (2 kpl) suoritettiin sähköisesti Webropol-ohjelmalla (liitteet 5 ja 6). Keittiöiden yhteystietoja saatiin Oulun Maa - ja kotitalousnaisten neuvojilta, kuntien omilta kotisivuilta sekä internetistä. Kyselyiden avulla selvitettiin perunan käyttölaatua ja valmistusmenetelmiä.

Ensimmäinen kysely (26.9.2011 – 28.11.2011) lähetettiin 147 sähköpostiosoitteeseen ja vastauksia saatiin 47 kappaletta. Vastausprosentiksi saatiin 32. Vastauksia saatiin eniten keskuskeittiöiltä ja valmistuskeittiöiltä, 2 prosenttia vastaajista oli cook & chill -keskuskeittiöitä ja 6 prosenttia jakelukeittiöitä (kuva 44). Muu keittiö -kohdan vastanneet kuuluivat useampaan keittiöluokkaan, eivätkä osanneet valita tiettyä keittiötyyppiä. Sama keittiö voi kuulua useampaan kategoriaan, esimerkiksi keskuskeittiö voi toimia myös jakelukeittiönä. Kuva 45 osoittaa kyselyyn vastanneiden keittiöiden suuruusluokan ruoka-annosmäärinä. Vastaajia saatiin tasaisesti erikokoisista keittiöistä.



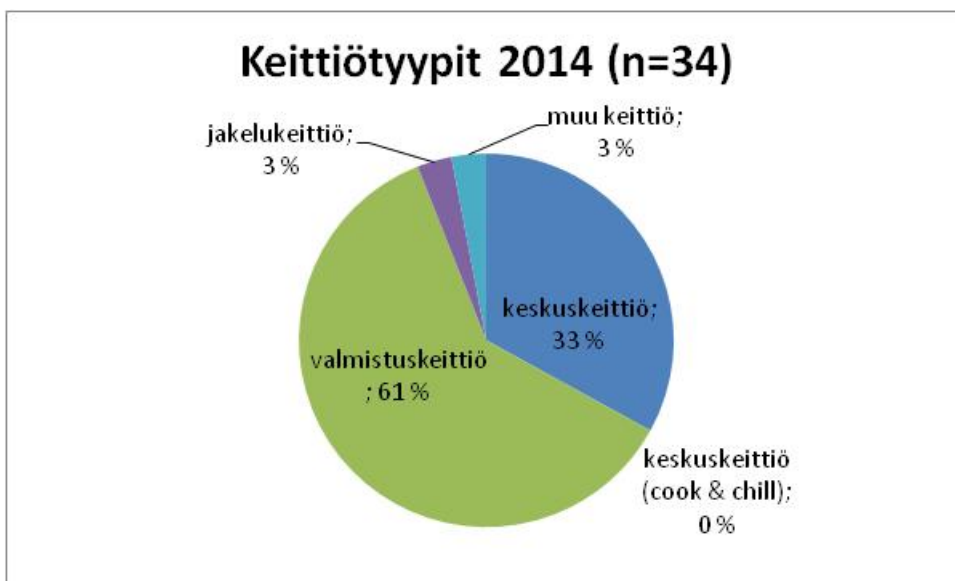
Kuva 44. Kyselyyn vastanneiden keittiöiden jakauma vuonna 2011



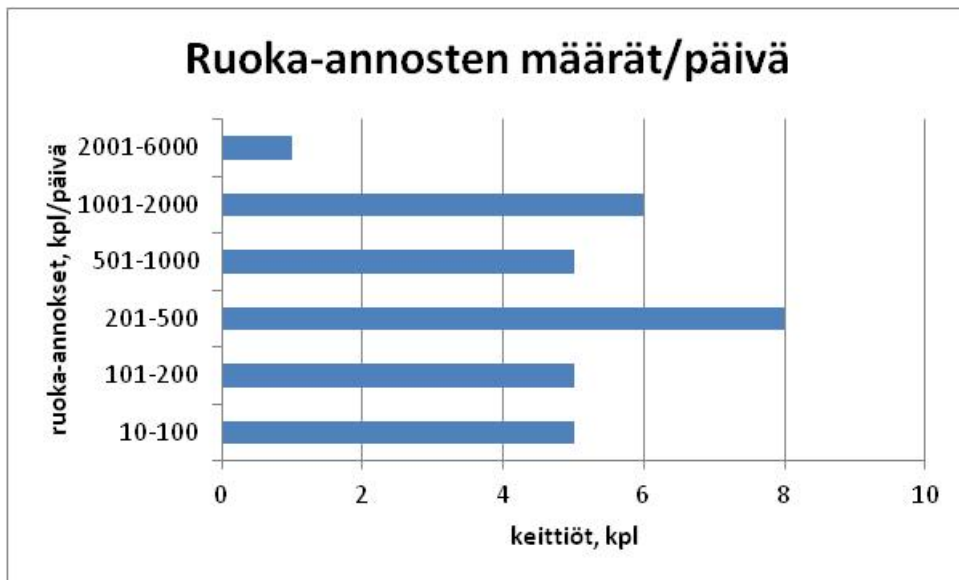
Kuva 45. Keittiöissä valmistettujen ruoka-annosten määrä/päivä vuonna 2011.

Kysely annosperunan laadusta toteutettiin uudelleen muokatuin kysymyksin aikavälillä 21.1.2014 – 3.2.2014. Kysely lähetettiin 237 keittiölle, vastausprosentti oli 14.

Yli 60 prosenttia kyselyyn vastanneista keittiöistä oli valmistuskeittiöitä ja kolmannes vastaajista oli keskuskeittiöitä. Vastaajissa ei ollut yhtään cook & chill -keskuskeittiötä. Sekä jakelukeittiöitä että muita keittiöitä oli molempia kolme prosenttia vastaajista (Kuva 46). Kuvassa 47 ovat keittiöiden suuruusluokat annosmäärien mukaan.



Kuva 46. Kyselyyn vastanneiden keittiöiden jakauma vuonna 2014.



Kuva 47. Keittiöissä valmistettujen ruoka-annosten määrä/päivä vuonna 2014.

Keittiökäyntejä tehtiin yhteensä 21 kappaletta vuosien 2012 – 2014 aikana Pohjois-Pohjanmaalla ja Keski-Pohjanmaalla. Keittiöiden löytäminen seurantaan oli haasteellista, koska annosperunaa ei ole välttämättä viikoittain ruokalistalla. Perunaa kyllä on ruokalistoilta mutta vaihtelevasti eri muodoissa, kuten muusina, keitoissa tai erilaisissa laatikkoruoissa. Luotettavien tulosten saamiseksi pyrittiin löytämään erityyppisiä keittiöitä.

Keittiöillä seurattiin perunoiden vastaanottoa, varastointia, esikäsittelyä (huuhtominen), kypsennystä, lämpösäilytystä, tarvittaessa kuljetusta jakelukeittiölle ja tarjoilua. Lisäksi ruokailijoilta kysyttiin mielipiteitä tarjotun annosperunan mausta ja laadusta. Pienet koululaiset ja päiväkotilapset vastasivat ryhmissä. Perunat valokuvattiin raakana ennen kypsentämistä, kypsentämisen jälkeen ja tarjoiluajan päättyessä. Lisäksi perunat arvioitiin aistinvaraisesti tarjoiluajan päättyttyä. Näin saatiin selville muun muassa lämpösäilytyksen aiheuttamat muutokset perunassa. Saatujen tietojen perusteella jokaisesta keittiökäyntikohteesta laadittiin erillinen raportti, joka palautettiin keittiölle. Tähän raporttiin on koottu huomioita keittiökäynneistä.

## 6.2 Vuorovaikutus ja tiedonsiirto

Hanke-osiossa keskityttiin perunaketjun eri toimijoiden välisen yhteistyön kehittämiseen. Erityisesti pyrittiin parantamaan kuorimoiden, markkinoiden ja tukkujen sekä suurkeittiöiden välistä vuorovaikutusta. Ammattikeittiöiltä ja tukuilta kerättiin palautetta perunatuotteiden laadusta ja käytettävyydestä sekä yhteistyön laajuudesta tehdyn kyselyn avulla.

Hankkeen aikana järjestettiin alan toimijoiden yhteisiä tilaisuuksia, joissa käsiteltiin kyselyn avulla saatua palautetta ja muita kokemuksia, tavoitteena yhteistoiminnan lisääminen ja koko perunan laatu- ja logistiikka-kehittäminen. Keskustelutilaisuuksia järjestettiin neljä, vuonna 2012 Limingassa ja vuonna 2013 Kannuksessa, Utajärvellä ja Siikajoella, lisäksi järjestettiin kolme alan seminaaria.



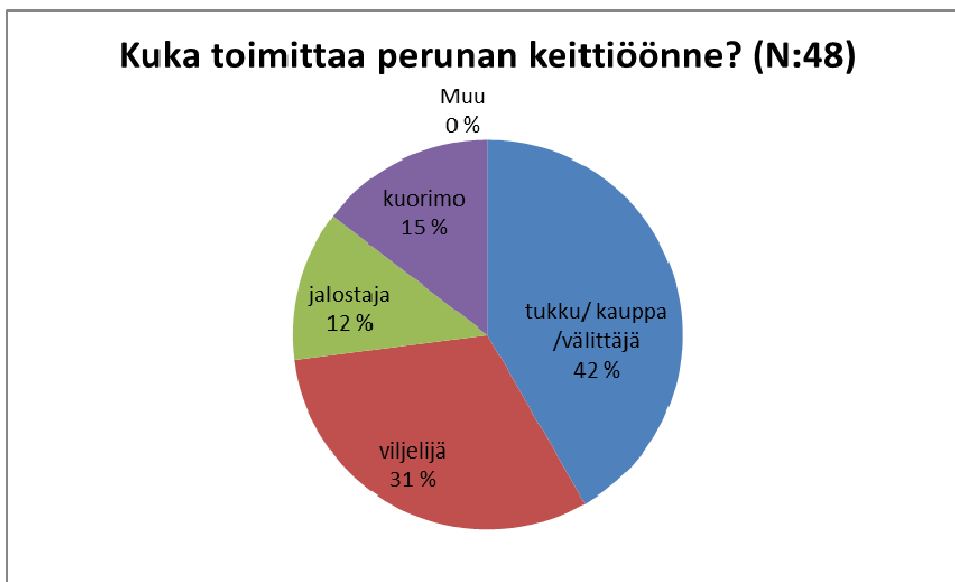
## 7 Perunan käyttölaatu ammattitalouskeittiöllä

Perunan käyttölaatua ammattitalouskeittiöissä selvitettiin kyselyillä (Webropol 2011 ja 2014), keittiökäynneillä, keskustelutilaisuuksissa sekä seminaareissa.

### 7.1 Keittiökyselyt

Vuoden 2011 kyselyn tuloksia:

Ammattitalouskeittiöistä 42 prosenttia hankki perunansa joko tukun, kaupan tai muun välittäjän kautta. Tuottaja itse toimitti perunat 31 prosenttiin keittiöistä. Jatkojalostajan ja kuorimion käyttäminen toimituksissa oli melkein yhtä yleistä, jatkojalostajia 12 ja kuorimoita 15 prosenttia (Kuva 48). Sama taho voitiin mainita sekä tuottajaksi, kuorimoksi että jatkojalostajaksi. Kyselyyn vastanneisiin keittiöihin perunaa toimitti 13 eri toimijaa.



Kuva 48. Perunan toimittajat vuonna 2011.

Perunat toimitettiin suurimpaan osaan keittiöistä päivittäin (tarpeen mukaan) tai joka toinen päivä, yleisin toimitustapa oli kokonaisina kuorittuna muovipussissa tai paloitetuna. Useimmissa keittiöissä perunat kypsennettiin uunin höyrykeittotoiminnolla ja yleensä tarjottavat perunat kypsennettiin useissa erissä.

Kypsennettyjä perunoita säilytettiin tavallisimmin lämpölinjastossa kannen alla (41 prosenttia vastanneista keittiöistä) tai perunat saattoivat odottaa tarjoilua myös uunissa tai padassa 32 prosentissa keittiöistä. Noin viidennes keittiöistä säilytti kypsennetyt, lämpimät perunat lämpöastioissa. Vain yksi prosentti vastanneista laittoi lämpölinjastossa muovikelman tarjoilua odottavien perunoiden päälle. Perunoita pidettiin lämpösäilytyksessä 30 minuutista kahteen tuntiin, vain kaksi prosenttia vastanneista tarjoi perunat heti.

Suurimmiksi laatuongelmiksi ammattikeittiöissä tulkittiin perunoiden kuorettuminen ja raakatumminen, myös kovettuminen ja kypsänä tummuminen aiheuttivat laatuongelmia. Neljässä keittiössä perunoissa oli huomattu tummia kohtia kuorituissa perunoissa ja kaksi vastaajaa kertoi saaneensa väärää lajiketta tai kokoa (kuva 49).



Kuva 49. Lisäkeperunoissa esiintyneet ongelmat vuonna 2011.

Asiakkaiden antama palaute perunasta oli joko hyvä tai harvoin huonoa noin puolella kyselyyn 0 kyselyn tuloksia:

Lähes puolet vastanneista ammattikeittiöistä hankki perunansa tukun, kaupan tai välittäjän kautta (Kuva 50). Kyselyyn vastanneet keittiöt hankkivat perunat 10 eri toimittajalta. Suurimpaan osaan keittiöitä perunat tulevat kuorittuina ja kokonaisina muovipusseissa. Suosituttua oli myös tilata perunat paloitetuna, esimerkiksi keittoruokiin. Verrattuna 2011 kyselyyn, pestyn perunan osuus oli lisääntynyt.



Kuva 50. Perunan toimittajat vuonna 2014.

Kuvassa 51 ilmenee keittiöiden kiinnostus pakkausmerkintöihin. Lähes puolet vastaajista halusi saada tilattavien perunoiden mukana parasta ennen – päiväysmerkinnän. Kiinnostavaa olisi myös tietää:

- Kuorimispäivä
- Lajike
- Käyttötarkoitus värikoodeilla
- Käytetyt lisäaineet (tummumisenestoaine)
- Käsittelyohje pakkauksen avaamisen jälkeen

Vastaustuloksiin vaikutti se, että valintaan oli mahdollista ottaa vain yksi vaihtoehto ja osa vastaajista kertoi, että kaikki kysymyksessä esitetyt vastausvaihtoehdot olivat tarpeellisia pakkausmerkinnöissä.

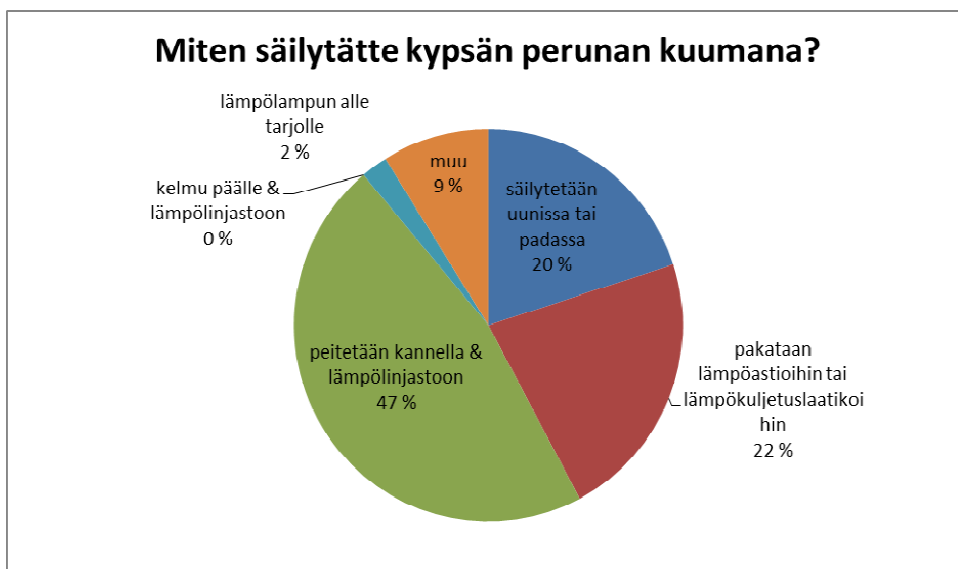


Kuva 51. perunaerien tarpeellisiksi koetut pakkausmerkinnät.

Ensimmäisillä keittiökäynneillä havaittiin eroja säilytyskylmiöiden lämpötiloissa. Kyselyssä haluttiin kartoittaa alhaisen kylmäsäilytyslämpötilan vaikutuksia perunan makuun. Yli puolet vastanneista keittiöistä säilytti kypsentämätöntä perunaa maksimissaan kaksi vuorokautta kylmiössä ja hieman alle puolet kolmesta neljään vuorokautta. Vain neljä ammattikeittiötä säilytti perunaa parasta ennen – päiväkseen asti. Säilytyskylmiön olosuhdelämpötila oli pääasiassa +4 - +6 °C ja suurin osa vastaajista ilmoitti perunan lämpötilan olevan + 10 °C säilytyspaikassa.

Höyryuunissa kypsentäminen oli edelleen suosituin tapa valmistaa perunat ja astiana käytettiin yleisimmin reiällistä GN-vuokaa. Annosperunan kypsentämisaika vaihteli alle 15 minuutista yli 45 minuuttiin ja useat vastasivat kypsentämisaajan riippuvan paljon lajikkeesta ja perunan koosta. On oletettavaa, että lyhyet kypsennysajat viittaavat kypsennetyin perunan kuumentamiseen.

Lähes puolet vastanneista keittiöistä säilytti kypsennetyt perunat lämpölinjastossa kannella peitettynä. Viidennes vastaajista pakkasi perunat kuljetusta varten ja toinen viidennes säilytti perunoita höyryuunissa tai padassa (Kuva 52). Perunan lämpösäilytysaika vaihteli puolesta tunnista yli kolmeen tuntiin.



Kuva 52. Kypsän, kuuman perunan säilytystavat.

Vuoden 2014 kyselyyn vastanneet 16 keittiötä kokivat lisäkeperunoiden hajoavan helposti, perunoissa huomattiin myös kuorettumista ja tummumista raakana. Lisäksi esille nousi kahdessa keittiössä tummat kohdat perunoiden mallossa, sekä outo tuoksu perunapussin aukaisun yhteydessä ja perunan pinnan vaalentuminen (Kuva 53).



Kuva 53. Keittiöiden huomaamat ominaisuudet lisäkeperunoissa.

Vastauksista (23 keittiötä) tuli esille, ettei perunan käsittelyä ole muutettu viime vuosina. Kolme keittiötä oli siirtynyt käyttämään kuoripäällistä perunaa ja yksi keittiö kertoi siirtyneensä multaisista kuoriperunoista kuorittuihin.

Puolet vastaajista tulkitsi perunan laadun parantuneen tai pysyneen samana:

- kunnolliset pakkausmerkinnät

- uudet perunalajikkeet
- toimittajan vaihtaminen
- perunan hankkiminen suoraan viljelijältä

Puolet vastaajista ilmoitti laadun huonontuneen:

- useammassa keittiössä kuorilaikkuja
- laatuvaihtelut lisääntyneet
- sisältä tummuneita
- kuorettuminen lisääntynyt: perunat parempia vesitoimituksissa
- pussipakatut perunat punertuvat avaamisen jälkeen
- laadussa lajikeriippuvuuksia

### Kyselyn 31

vastaajasta 20 kertoi saaneen asiakkailtaan positiivista palautetta perunasta tai palautteen puuttuminen kertoi perunan maun ja laadun olevan kunnossa. Keittiöiden mukaan asiakkaat valittavat, mikäli laatu on huonoa. Viisi keittiötä kertoi asiakkaiden valittavan perunoiden olevan kumimaisia. Kuitenkin osa vastaajista kertoi huomautusten perunan kumimaisuudesta vähentyneen. Kolme keittiöstä kertoi siirtyneensä kuoripäälliseen perunaan sen suosion vuoksi. (kuva 54)

Kuoritut perunat = kumipottuja	Kuoripäällinen peruna suosittua	Perunat ovat kylmiä, hilseileviä ja hajoavat helposti
Koululaiset eivät puhu enää kumipotuista	Perunan ruokahävikki on vähentynyt	Yleensä palautetta saadaan perunan kanssa tarjottavasta kastikkeesta perunoiden sijaan
Kuorettuneita perunoita	Asiakkaat tyytyväisiä - palaute positiivista	Oppilaat reagoivat heti huonolaatuiseen perunaan

Kuva 54. Keittiöiden saamat palautteet annosperunan laadusta.

Keittiöt antoivat palautetta perunoiden laadusta niiden toimittajille sähköpostilla tai keskustellen. Yhden keittiön toivomuksena oli tiedonsaanti toimittajalta: esimerkiksi informaatiota uusista lajikkeista ja muista perunoihin liittyvistä asioista. Useissa keittiöissä tuottaja oli perunan toimittaja keittiölle, jolloin palaute oli mahdollista antaa henkilökohtaisesti.

Kyselyiden avulla selvitettiin perunan käyttölaatua ammattikeittiöissä ja keittiöiden palautteenantamista perunaketjussa. Esiin tulleita laatuongelmia olivat kuorettuminen, raakatumminen, kovettuminen, hajoaminen ja hilseily.

Vuoden 2014 kysely osoittaa, että pestyn kuoripäällisen perunan käyttäminen keittiöillä on lisääntynyt. Suosituimmat perunan käyttömuodot olivat kuorittu ja/tai paloitetu peruna.

Yli puolet vastanneista keittiöistä olivat saaneet perunan laadusta pääasiassa hyvää palautetta. Yleensä palautetta annettiin perunan laatuominaisuuksista, kuten kuorettumisesta ja kumimaisuudesta. Suurin osa vastanneista keittiöistä oli tyytyväisiä mahdollisuuteensa antaa palautetta perunan laadusta perunan toimittajalle. Silloin, kun itse tuottaja toimittaa perunat keittiölle, on palautteen antaminen helpompaa.

## 7.2 Käynnit ammattikeittiöillä

Keittiökäyntejä tehtiin neljän vuoden aikana yhteensä 21 keskus-, jakelu- ja valmistuskeittiöön. Ennen käyntiä otettiin yhteyttä keittiöhenkilökuntaan ja perunoiden toimittajaan eli perunaketjun toimijoihin pelolta pöytään.

Vuonna 2011–2012 keittiökäyntejä kahdella keskuskeittiöllä, kahdella jakelukeittiöllä ja yhdellä valmistuskeittiöllä.

Yleisin lajike keittiöissä oli Melody. Keittiöt käyttivät kypsennykseen joko painekeittokaappia tai höyryuunia. Osalle keittiöistä oli tullut palautetta hajonneista perunoista ja painekeittokypsennys vähensi keittiöiden mukaan hajoamista. Pakkausmerkinnät, kylmiön järjestys ja keittiön sisäisen informaatio havaittiin tärkeiksi, ettei tapahtuisi sekaannuksia.

Keittiökäynneillä tuli esiin myös perunoiden hilseilyä lämpösäilytyksessä. Kyseessä saattoi olla Melody-lajikkeen ominaisuus (kuva 55). Erään kaupungin keittiöille oli tehty kysely ruoan laadusta ja 80 % oli siihen tyytyväisiä. Perunan menekki oli kuitenkin laskenut ja siihen saattoi osasyynä olla esim. karppaustrendi.

Vuonna 2013 keittiöistä kolme oli keskuskeittiöitä ja neljä jakelukeittiötä. Kolmessa jakelukeittiöissä vastaanotettiin lämpimät perunat ja yhdessä cook & chill -jakelukeittiössä perunat kypsennettiin keittiöllä. Perunoiden kypsennystapa oli painekeittokaappi (yksi keittiö) tai monitoimiuuni. Perunalajikkeina olivat Melody, Saline, Musica ja Rikea.

Laatuongelmina asiakaspalautteissa oli tullut esille vetisyyttä, vetistä ja imelää makua sekä kuorettumista. Säilytyslämpötilalla  $+2 - +4$  °C saattoi olla vaikutusta perunan imelään makuun. Myös lajikevalinnalla voidaan vaikuttaa makuvirheenä ilmenevän imeilyden vähenemiseen tai vetisyyden vähentämiseen mahdollisesti pienellä suolalisäyksellä. Ammattikeittiöillä tulee kuitenkin huomioida suolankäyttösuositukset. Kuorettumiseen voidaan vaikuttaa monissa käsittelyvaiheissa. Laatuohjeistuksissa suositellaan perunoiden kuumana säilyttämistä mahdollisimman lyhyen aikaa ja lämpöhauteen lämpötilan pitämistä max. 65 °C:ssa. Kuorettumiseen vaikuttaa myös kosteuden säilyttäminen tarjoiluastiassa esimerkiksi suojaamalla lämpöastia osittain peittävällä kuvulla (kuva 56).



Kuva 55. Melodyn hilseilyä lämpösäilytyksessä.



Kuva 56. Lusikka tai kauha perunan ottimena saattaa lisätä rakenteen hajoamista tarjoilun aikana. Kirkas muovinen lämpösuojakupu suojaa perunoita jäähtymiseltä ja on käyttäjäturvallinen valinta noutopöytään.

Vuoden 2014 alussa keittiökäynneistä neljä oli keskuskeittiöille, neljä jakelukeittiöille ja yksi valmistuskeittiölle. Lajikkeet olivat Gala, Musica, Asterix ja Melody. Useassa keittiössä havaittiin hyväksi tarjoi- luottimeksi pihdit kauhan tai lusikan sijaan. Pihtien käyttäminen vähensi perunoiden hajoamista tarjoilun aikana (kuva 57).

Perunoiden mallossa olevat tummentumat koettiin laa- tuongelmaksi erityisesti muusiperunoissa. Yleisesti ruo- kailijat olivat tyytyväisiä perunoiden laatuun ja makuun. Päiväkotilasten huomattiin pitävän perunasta enemmän kuin riisistä. Kuoriperunoiden suosio vaihteli, sillä osa ruokailijoista halusi ehdottomasti kuoriperunoita ja piti niiden makua parempana. Kuoriperunat tulevat keittiöille pestyinä ja ne on mahdollista syödä kuorineen. Osa ruo- kailijoista suosi kuorittuja perunoita niiden käyttöhelp- pouden vuoksi.

Keittiöillä oltiin valmiita panostamaan perunoiden tarjoi- lulaadun parantamiseen eri menetelmin.

Viljelijöiltä ja kuorimoilta tulevien perunoiden pak- kausmerkintäkäytännöt olivat vaihtelevia ja osasta pak- kauksia merkinnät puuttuivat kokonaan. Pakatun, kuori- tun perunan parasta ennen –päiväys oli yleensä määritel- ty viidestä seitsemään vuorokauteen pakkaamisesta. Asianmukaiset pakkausmerkinnät auttavat tunnistamaan pakkauksessa olevan perunan käyttötarkoituksen.

Keittiöllä ei yleensä tiedetty käytettävän perunan lajiket- ta, lajiketieto kuitenkin kiinnosti, sillä perunatoimituk- sissa voi olla perunoita eri käyttötarkoituksiin. Kylmiöi- den lämpötilat vaihtelivat +2,4 - +7 °C. Viimeisillä keittiökäynneillä seurattiin myös perunan lämpösäily- tys- ja tarjoilulämpötiloja. Kaikilla keittiöillä lämpöhauteen veden lämpötila ylitti perunalle suositellun +65 °C tarjoilulämpötilan. Lyhyiden tarjoiluajkojen vuoksi perunan laatu kuitenkin pysyi tasaisena.

Yleisin kypsennystapa oli höyrykypsennys monitoimiuunissa joko reiällisessä tai umpipohjaisessa GN- vuossa. Joillakin keittiöillä oli käytössä sekä painekeittoakaappi että monitoimiuuni. Kypsennysajat vaih- telivat, keskimääräinen kypsennysaika oli noin 35 minuuttia.

Kyselyyn osallistuneille keittiöille ja keittiökäyntikohteille laadittiin perunan käsittelyohjeistus. Tähän ohjeistukseen kerättiin tietoa hankkeen aikana perunan varastointiin, kypsennykseen, kypsänä säilyttämi- seen ja tarjoiluun liittyen. Ohjeistuksen avulla on tarkoitus auttaa keittäjiä omalta osaltaan parantamaan perunan laatua. Ohjeistus sisältää laminoitun ohjekortin perunan käsittelyyn (Liite 7) ja erillisen perunan käsittelyoppaan.

### 7.3 Vuorovaikutus ja tiedonsiirto

Palautteen antaminen perunaketjussa eri toimijoiden kesken vähentää väärinkäsityksiä ja tieto saavuttaa oikean henkilön. Laatua ei voida parantaa, mikäli ketjun osapuolet eivät tiedä mahdollisista ongelmako- hdistista. Mitä useampi välikäsi perunaketjussa on, sitä todennäköisemmin palaute ”hukkuu” ketjussa. Tärke- ää on ottaa huomioon myös ruokailijoiden mielipiteet ja näkemykset, sillä he ovat perunan loppukäyttäjiä. Ruokailijat kokevat positiiviseksi, että heidän mielipiteitään otetaan huomioon.



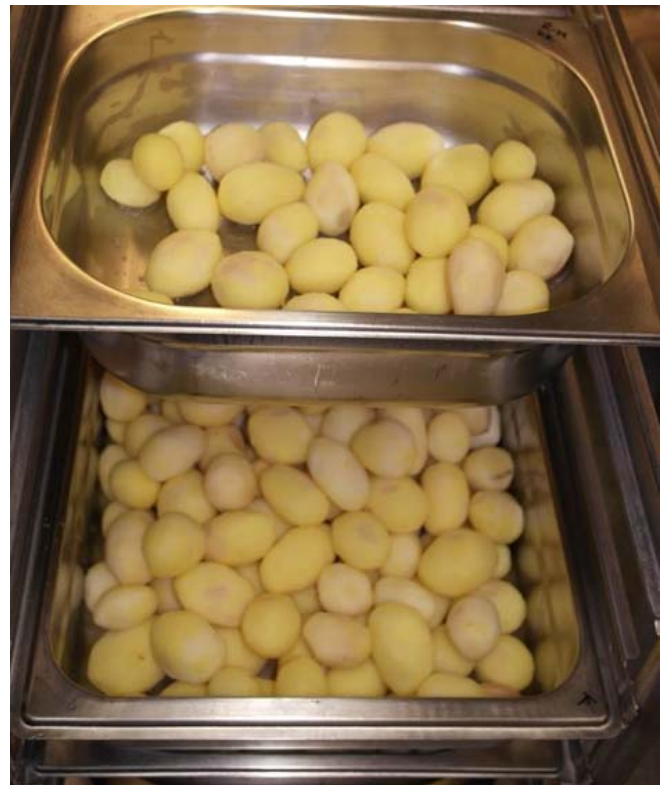
Kuva 57. Pihtien käyttäminen ottimena vähentää peru- nan hajoamista.



Esimerkki 1: Eräässä ammattikeittiössä oli vaihdettu perunan toimittajaa. Aikaisempi toimittaja oli käyttänyt tummumisenestoainetta, jolloin perunoita pystyttiin pitämään huoneenlämmössä pidemmän aikaa ilman perunoiden tummentumista. Uusi toimittaja ei käyttänyt tummumisenestoainetta ja perunat tummuivat herkästi. Osa perunoista jouduttiin tämän vuoksi poistamaan jo ennen kypsennystä. Keittiöllä tiedostettiin uuden toimittajan perunoiden ominaisuudet, mutta käytäntöjen muuttaminen isossa keittiössä vie aikaa (kuva 58).

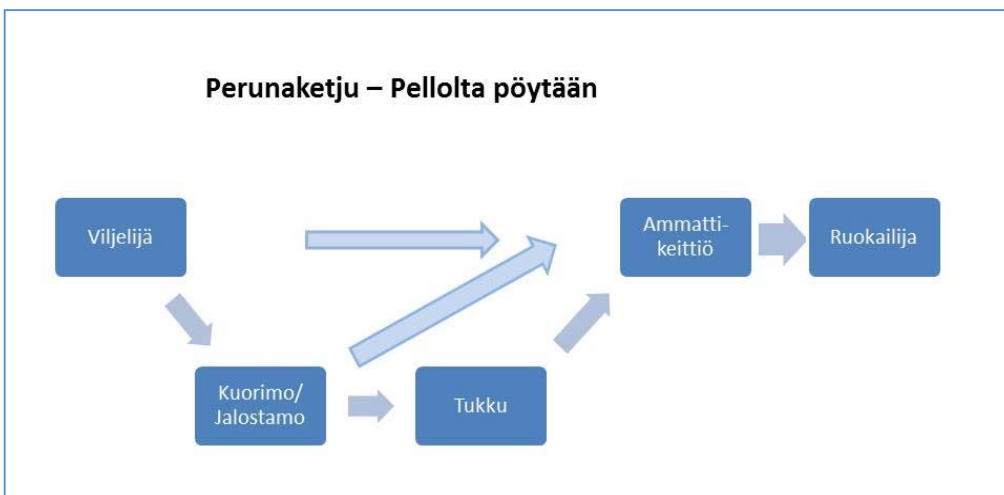
Esimerkki 2: Vuorovaikutuksen toimimattomuutta ilmeni myös tukun ja kuorimon välillä. Tukku oli saanut syksyllä negatiivista palautetta perunan laadusta keittiöltä, mutta kuorimo sai tiedon palautteesta vasta seuraavan vuoden maaliskuussa.

Keskustelutilaisuuksissa ja keittiökäynneillä huomattiin, että keittiöillä oli toimivat suhteet perunoiden toimittajiin. Palaute oli luontevaa antaa heti suoraan perunatoimituksien yhteydessä tai tilausta tehdessä. Perunan laatuun liittyvät ongelmat tulisikin selvittää mahdollisimman pian. Mikäli ongelmat jatkuvat pitkään, ratkaisuna saattaa olla perunan toimittajan vaihtaminen tai perunan vaihtaminen esimerkiksi riisiin tai pastaan.



Kuva 58. Raa'at perunat ovat odottaneet kypsennystä huoneenlämmössä parin tunnin ajan.

Perunaketjuun kuuluvat tuottaja, kuorimo/jalostamo, tukkukauppa, ammattikeittiö ja ruokailijat (Kuva 59). Kaikilla ketjun osapuolilla tulee olla halu parantaa perunan laatua.

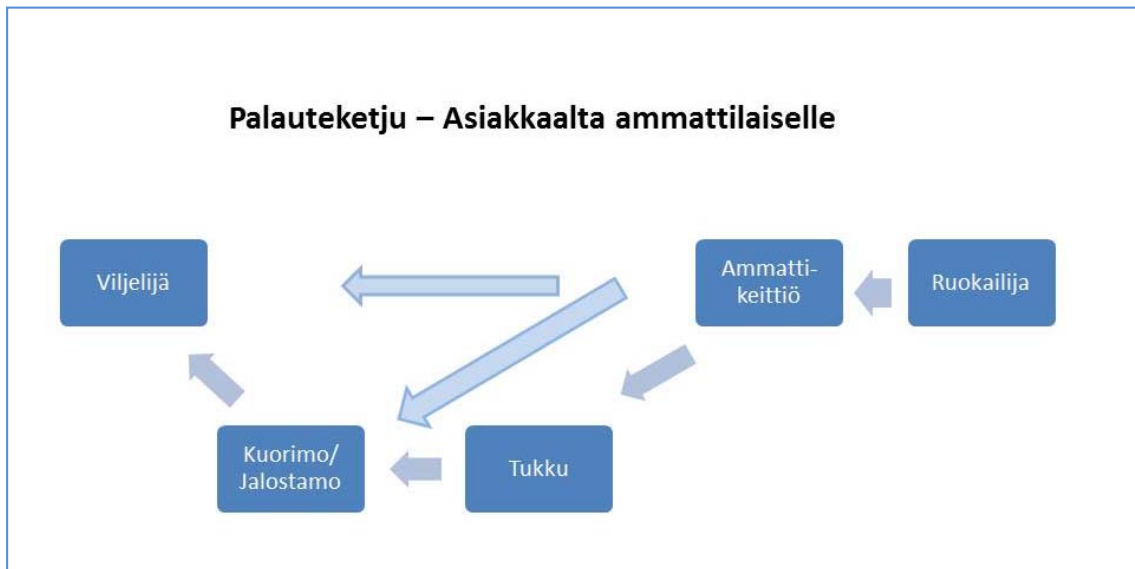


Kuva 59. Perunaketju pellolta pöytään.

Palautteen antamista voitaisiin helpottaa perunaketjussa tekemällä enemmän yhteistyötä, tiedottamalla muutoksista ja järjestämällä erilaisia ruokailijoille suunnattuja tempauksia. Käytännössä:

- Viljelijä antaa lajiketiedot.
- Kuorimo/jalostaja huolehtii asianmukaisista pakkausmerkinnöistä.
- Tukku järjestää ammattikeittiötapaamisia, mukana tuottajia ja kuorimoiden edustajia. Tukku välittää myös palautteet.
- Ammattikeittiö antaa palautetta tuntemilleen ketjun osapuolille.
- Ruokailija viestittää keittiölle perunan laadusta. (Kuva 60)





Kuva 60. Palauteketju – Asiakkaalta ammattilaiselle.

Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla peruna on lähiruokaa. Ruokalistoilta voitaisiinkin korostaa paikallisuutta esimerkiksi mainitsemalla perunan lajike ja viljelijä. Alkuperän korostaminen toisi lisäarvoa perunalle ja koko aterialle. Samalla perunaketju muodostuisi läpinäkyvämmäksi: tämä peruna on kyseisen viljelijän tuottamaa. Keittiökäynneillä huomattiin, että ruokailijat ovat kiinnostuneita perunasta. Kuoripäällisen perunan lisääntynyt käyttö näkyi tehdyillä keittiökäynneillä ja kyselyiden tuloksissa.

Lainsäädännön mukaiset pakkausmerkinnät ovat osa laadukasta ruokaketjua. Pakollisia merkintöjä ovat: parasta ennen -päiväys, tuotteen nimi, säilytysohje, käytetyt lisäaineet sekä toimittaja.

Näiden pakollisten merkintöjen lisäksi etiketissä voitaisiin myös kertoa esimerkiksi perunan lajike, viljelijän yhteystiedot sekä perunan jauhoisuusaste värikoodin avulla. Vihreä, keltainen ja punainen -merkinnät olisivat hyvät perunapusseissa, jolloin keittiöillä tiedettäisiin perunan kiinteys/jauhoisuus ja peruna valittaisiin käyttötarkoituksen mukaan. Keittiöiltä palautteen antaminen on helpompaa, kun pakkausmerkinnöistä on nähtävissä koko perunaketju.

---

## 8 Yhteenveto

---

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli selvittää lajike-, lohko- ja tilakohtaisesti koottujen tietojen avulla vaikuttavako maan ravinnetila tai lannoitteena annetut ravinteet perunan satomääriin, mukuloiden ravinnepitoisuuksiin ja perunan laatuun. Lisäksi verrattiin pH:n, maalajin tai multavuuden vaikutuksia. Tietoja koottiin 28 lajikkeesta, 32 tilalta ja n. 50 eri lohkolta/vuosi vuosina 2010-2013. Tuloksia on tarkasteltu lajike- ja vuosikohtaisesti sekä lajikejoukkotarkasteluna vuosittain ja yli vuosien.

Maaperän ja lannoituksena annettujen ravinteiden vaikutuksiin liittyvät tutkimukset ovat osoittaneet, että perunan mukuloiden typpipitoisuus lisääntyy typpilannoituksella, fosforipitoisuus fosforilannoituksella jne. Yksittäisen ravinteen lisääminen voi kuitenkin vaikuttaa muiden ravinteiden pitoisuuksiin maassa ja muku-loissa, sillä ravinteet ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Ravinnepitoisuudet riippuvat niiden saatavuudesta, mutta vaikutuksensa on myös lajikkeiden geneettisellä taustalla ja sääolosuhteilla (White et al. 2009).

Tässä hankkeessa normaalia sateisempaa kasvukautena typpi ja kalium huuhtoutuivat eikä suuremmilla lannoitemäärillä ollut satovaikutusta. Sääoloiltaan normaalina vuonna suuremmat typpi- ja kaliummäärät lisäsivät satotasoa. Typpilannoitus lisäsi hieman mukuloiden booripitoisuuksia ja alensi suuntaa-antavasti mukuloiden fosforipitoisuutta ja vaikutti myös tärkkelyspitoisuuteen alentavasti. Maan fosforipitoisuudella tai fosforilannoituksella ei ollut vaikutusta mukuloiden ravinnepitoisuuksiin tai satotasoon. Mitä korkeampi maan pH oli sitä alhaisemmat olivat lehtien fosfori-, mangaani- ja typpipitoisuudet. Maan kaliumpitoisuus ja kaliumlannoitus olivat yhteydessä mangaanin, rikin, magnesiumin ja kaliumin kulkeutumiseen kasviin. Maan magnesiumpitoisuuden nousu nosti selvimmin mukuloiden magnesiumpitoisuuksia. Tuloksissa oli viitteitä siitä, että annettun typen muodolla olisi vaikutusta fosforin hyväksikäyttöön. Ravinteiden vastavuoroisuus -käyttäytyminen sekä lajike-erot lannoitukseen reagoinnissa tulivat tuloksissa esille. Myös kasvukauden sääolosuhteilla oli suuri merkitys ravinteiden vapautumiseen maaperästä tai mukulaan kulkeutumisessa.

Perunan käyttölaadun ominaisuudet ovat yhteydessä lajikkeeseen. Perunan tärkkelyspitoisuus, jauhoisuus, hajoaminen keitettäessä, mallon väri ja alttius raakatumumiseen ovat pääosin lajikeominaisuuksia. Käyttölaatuun ovat lajikeominaisuuksien lisäksi yhteydessä myös muut tekijät, kuten maanravinnetila, lannoitus ja kasvukauden sääolosuhteet. Tulosten perusteella maan ja lannoitteiden typpi- ja kaliumpitoisuuksien nousu alensi tärkkelyspitoisuuksia. Raakatumumisen lisääntyi maan kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien sekä mukulan rautapitoisuuden lisääntyessä. Raakatumumisen väheni kun maan kaliumpitoisuus nousi tai mukulan boori-, kalsium- ja kaliumpitoisuudet lisääntyivät. Maan fosforipitoisuuden noustessa jauhoisuus lisääntyi, lannoitteen suuremmat typpi- ja kaliumtasot vähensivät jauhoisuutta. Perunan tärkkelys- ja kuiva-ainepitoisuuksien noustessa jauhoisuus ja rikkikiehumisen lisääntyivät ja ulkonäkö heikkeni.

Keittiökyselyjen perusteella yleisimpiä laatuongelmia olivat kuoretuminen, raakatumuminen, kovettuminen, hajoaminen ja hilseily. Kumimaisista perunoista saatujen huomautusten määrä vähentyi puoleen vuosien 2011 ja 2014 välillä. Keittiöillä suosituimpia perunan käyttömuotoja olivat kuoritut, muovipussiin pakatut ja paloitellut perunat. Vuoden 2014 kyselyn mukaan pestyn, kuoripäällisen perunan käyttö oli keittiöillä lisääntynyt vuodesta 2011.

Keittiökäynneillä kiinnitettiin huomiota myös perunan säilytysolosuhteisiin, kypsennys- ja tarjoilutapoihin. Perunakylmiöiden lämpötilat vaihtelivat +2,4-7 °C. Yleisin kypsennystapa oli höyrykypsennys, joko reiällisessä tai umpipohjaisessa GN-vuoassa. Kypsennysajat vaihtelivat, keskimääräinen aika oli 35 minuuttia. Tarjoiluvaiheessa perunoita säilytettiin lämpöhauteessa, jonka lämpötila oli kaikilla keittiöillä ylitse suositellun tarjoilulämpötilan (+ 65 °C). Kun tarjoiluajat olivat lyhyet, lämpötilalla ei ollut vaikutusta perunan laatuun.

Perunaketjun vuorovaikutusta ja tiedonsiirtoa tarkasteltaessa huomattiin, että mitä useampi toimija ketjussa oli sen huonommin palaute laadusta kulki ketjun eri toimijoille. Lisäksi kuoritun perunan säilytysaika pitenee toimijoiden lisääntyessä, mikä vaikuttaa perunan laatuun heikentävästi. Perunan laatuongelmista palaute tulisi antaa mahdollisimman pian ja palautteen antamista perunaketjussa voitaisiin helpottaa tekemällä enemmän yhteistyötä, tiedottamalla muutoksista ja järjestämällä erilaisia ruokailijoille suunnattuja tempauksia.

---

## 9. Kirjallisuus

---

- Abdulnour, J.E, Donnelly, D. J., Barthakur, N. N. 2000. The effect of boron on calcium uptake and growth in micropropagated plantlets, *Potato research* 43, 287-295.
- A & L Canada Laboratories, 2004. Potassium Nutrition in Potato Production and its Influence on Quality and Yield, Fact Sheet No. 116.
- Allison, M.F., Fowler, J.H. & Allen, E.J. 2001. Responses of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. *The Journal of Agricultural Science*. 136: 407–426.
- Asao, T., 2012. A standard Methodology for Plant Biological Researches, In Tech 2012.
- Atkinson, D., Geary, B., Stark, J., Love, S., Windes, J. 2003. Potato varietal responses to nitrogen rate and timing, Presentation at Idaho Potato Conference 22.01.2003.
- Aura, E. 1997. Perunamaan vesitalous. *Tuottava peruna* 24 2: 15-16
- Baerug, R. & Enge, R. 1974. Influence of potassium supply and storage conditions on the discoloration of raw and cooked potato tubers of cv. Pimpernel. *Potato Research* 17: 271–282.
- Barben, S.A., Nichols, B.A., Hopkins, B.G., Jolley, V.D., Ellsworth, J.W., Webb, B.L. 2007. Phosphorus and Zinc and Interactions in Potato, *Western Nutrient Management Conference* vol. 7, 1846-1851.
- Barben, S.A., Hopkins, B.G., Jolley, V.D. Webb, B.L., Nichols, B.A. & Buxton, E.A. 2011. Zinc, manganese and phosphorus interrelationships and their effects on iron and copper in chelator-buffered solution grown Russet Burbank potato. *Journal of Plant Nutrition* 34: 1144–1163.
- Baritelle A.L. & Hyde G.M. 2003. Specific gravity and cultivar effects on potato tuber impact sensitivity. *Postharvest Biology and Technology* 29:279-286.
- Bolle-Jones, E.W., 1955. The interrelationships of iron and potassium in the potato plant, *Plant and soil* VI no 2, 129-173.
- Breithaupt, D.E. & Bamedi, A. 2002. Carotenoids and carotenoid esters on potatoes (*Solanum tuberosum* L.): New insights into an ancient vegetable. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 7175-7181.
- Chatterjee, C., Gopal, R. & Dube, B.K. 2006. Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Scientia Horticulturae* 108: 1–6.
- Christensen, D.H. & Madsen, M.H. 1996. Changes in potato starch quality during growth. *Potato Research* 39: 43-50.
- Clough, G.H. 1994. Potato tuber yield, mineral concentration, and quality after calcium fertilization. *Journal of American Society of Horticultural Science* 119: 175–179.
- Collier, G.F., Wurr, D.C.E. & Huntington, V.C. 1978. The effect of calcium nutrition on the incidence of internal rust spot in the potato. *The Journal of Agricultural* 91: 241–243.
- Cutter, E.G. 1978. Structure and development of the potato plant. Teoksessa: Harris, P.M. (ed.) *The Potato Crop*. Springer Science + Business Media Dordrecht.
- Dahlenburg, A.P., Maier, N.A. & Williams, C.M.J. 1990. Effect of nitrogen on the size, specific gravity, crisp colour and reducing sugar concentration of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kennebec. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30: 123–130.
- Dijk, C. Van, Fischer, M., Holm, J., Beekhuizen, J.-G., Stolle-Smits, T. & Boeriu, C. 2002. Texture of cooked potatoes (*Solanum tuberosum*). 1. Relationships between dry matter content, sensory-perceived texture, and near-infrared spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 5082–5088.
- Edwards, E.J., Saint, R.E. & Cobb, A.H. 1998. Is there a link between greening and light-enhanced glykoalkaloid accumulation in potato (*Solanum tuberosum* L) tubers? *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76:327-333.
- Edwards, E.J. & Cobb, A.H. 1997. Effect of temperature on glykoalkaloid and chlorophyll accumulation in potatoes (*Solanum tuberosum* L cv King Edward) stored at low photon flux density, including preliminary modeling using an artificial neural network. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:1032-1038.
- Ewing, E. & Struik, P. 1992. Tuber Formation in Potato: Induction, Initiation, and Growth. Teoksessa: Janick, J. *Horticultural Reviews* 14:89-199. John Wiley & Sons.
- Fernandes, A.M., Soratto, R.P., 2012. Nutrition, Dry Matter Accumulation and Partitioning and Phosphorus Use Efficiency of Potato Grown at Different Phosphorus Levels in Nutrient Solution, *R. Bras. Ci. Solo* 36, 1528-1537.
- Forsman, K., Virtanen, E., Lehtonen, M. & Jauhiainen, L. 2004. Kalsiumlannoitus sekä perunantyvi- ja märkämätä. Teoksessa: Hannukkala, A. & Segerstedt, M. (toim). *Perunantyvi- ja märkämädän epidemiologia, diagnostiikka ja hallintakeinot*. Maa- ja elintarviketalous 41. Jokioinen. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. s. 50–57.

- Friedman, M. 1997. Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 1523-1540.
- FAO. <http://www.fao.org/publications/Potato> fact sheets.
- Galliard, T. 1973. Lipids of potato tubers. 1. Lipid and fatty acid composition of tubers from different varieties of potato. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 24: 617-622.
- Gerendás, J. & Führs, H. 2013. The significance of magnesium for crop quality. *Plant Soil* 368:101–128.
- Gray, D. & Hughes, J.C. 1978. Tuber quality. Teoksessa: Harris, P.M. (ed.) *The Potato Crop*. s. 504-544. Springer Science + Business Media Dordrecht.
- Griffiths, D.W., Dale, M.F.B. & Bain, H. 1994. The effect of cultivar, maturity and storage on photoinduced changes in the total glykoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes (*Solanum-tuberosum*). *Plant Science* 98: 103-109.
- Haase, N.U. & Plate, J. 1996. Properties of potato starch in relation to varieties and environmental factors. *Starch-Starke* 48:167-171.
- Haase, T., Schüler, C., & Haase, N. U. & Heß, J. 2007. Suitability of organic potatoes for industrial processing: Effect of agronomical measures on selected quality parameters at harvest and after storage. *Potato Research* 50: 115–141.
- Helmy, K., Hassan, M.N., Taher, S. 1963. Absorption of Na, K and Ca by Barley Roots at Constant Ionic Strength, *Plant and Soil* XVIII no. 1, 133-139.
- Horneck, D. & Rosen, C. 2008. Measuring Nutrient Accumulation Rates of Potatoes- Tools for Better Management (North America). *Better Crops with Plant Food* 92:4-6.
- Hughes, J.C. & Swain, T. 1962. After-cooking blackening in potatoes. II. Core experiments. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 13: 224-229.
- Häkkinen, H-K & Ypyä, A. 2000. Perekhy perunaan. *Opinnäytetyö*. Pohjois-Savon ammatillinen instituutti.
- Jansky, S.H. 2010. Potato Flavor. *American Journal of Potato Research* 87: 209–217.
- Jarvis, M.C. & Duncan, H.J. 1992. The Textural Analysis of cooked potato. 1. Physical principles of the separate measurement of softness and dryness. *Potato research* 35: 83-91.
- Kandi, M.A.S., Tobeh, A., Gholipoor, A., Jahanbakhsh, S., Hassanpanah, D., Sofalian, O., 2011. Effects of Different N Fertilizer Rate on Starch Percentage, Soluble Sugar, Dry Matter, 24 Yield and Yield Components of Potato Cultivars, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(9) 2011, 1846-1851.
- Kari, M. 1998. Perunan sisäisen laadun hallinta. Loppuraportti. Perunantutkimuslaitoksen julkaisu 2/1998. Lammi. Perunantutkimuslaitos. 47 s.
- Karlsson, B. H., Palta, J. P. & Crump, P. M. 2006. Enhancing tuber calcium concentration may reduce incidence of blackspot bruise injury in potatoes. *HortScience* 41: 1213–1221.
- Klein, L.B., Chandra, S. & Mondy, N.I. 1981 Effect of magnesium fertilization on the quality of potatoes. Yield, discoloration, phenols, and lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 29: 384–387.
- Klikocka, H. 2011. The effect of sulphur kind and dose on content and uptake of micro-nutrients by potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus* 10:137-151.
- Klikocka, H., Haneklaus, S., Bloem, E. & Schnug, E. 2005. Influence of sulfur fertilization on infection of potato tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*. *Journal of Plant Nutrition* 2005: 819–833.
- Kolbe, H., Stephan-Beckmann, S. 1997. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. leaf and stem, *Potato Research* 40, 111-129.
- Kolbe, H., Stephan-Beckmann, S., 1997. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). II. Tuber and whole plant, *Potato Research* 40, 135-153.
- Kristufek, V., Divis, J., Dostalkov, I. & Kalcik, J. 2000. Accumulation of mineral elements in tuber periderm of potato cultivars differing in susceptibility to common scab. *Potato Research* 43: 107–114.
- Laatuperunan tuotanto. 2001. Maaseutukeskusten liiton julkaisu nro 973. Tieto tuottamaan 95. Gummerus: Jyväskylä.
- Laboski, C.A.M. & Kelling, K.A. 2007. Influence of fertilizer management and soil fertility on tuber specific gravity: a review. *American Journal of Potato Research* 84: 283–290.
- Lisińska, G. & Leszczyński, W. 1989. *Potato Science and technology*. Elsevier science publishers LTD. ISBN 1-85166-307. 393 s.
- Liu, Q., Weber, E., Curie, V., & Yada, R. 2003. Physicochemical properties of starches during potato growth. *Carbohydrate polymers* 51: 213-221.
- Love, S.L., Herrman, T.J., Thompson-Johns, A. & Baker, T.P. 1994. Effect of glykoalkaloid concentration of potato tubers. *Potato Research* 37:77–85.
- Lu, W.H., Haynes, K., Wiley, E. & Clevidence, B. 2001. Carotenoid content and color in diploid potatoes. *Journal of American Society for Horticultural Science* 126:722-726.
- Lulai, E.C. & Orr, P.H. 1995. Porometric measurements indicate wound severity and tuber maturity affect the early stages of wound-healing. *American Potato Journal* 72:225-241.
- McGarry, A., Hole, C.C., Drew, R.L.K. & Parsons, N. 1996. Internal damage in potato tubers: A critical review. *Postharvest Biology and Technology* 8:239-258.

- McKeehen, J.D., Mitchell, C.A., Wheeler, R.M., Bugbee, B. & Nielsen, S., 1996. Excess nutrients in hydroponic solutions alter nutrient content of rice, wheat and potato, *Adv. Space Res.* 18, no. 415, (4/5)73-(4/5)83.
- Mondy, N.I. & Gosselin, B. 1988. Effect of Peeling on total phenols, total glykoalkaloids, discoloration and flavor of cooked potatoes. *Journal of food science* 53:756-759.
- Mondy, N. I., Metcalf, C. & Plaisted, R. L. 1971. Potato flavor as related to chemical composition 1. polyphenols and ascorbic acid. *Journal of Food Science* 36: 459–461.
- Mondy, N. I., Mobley, E. O. & Gedde-Dahl, S. B. 1967. Influence of potassium fertilization on enzymatic activity, phenolic content and discoloration of potatoes. *Journal of Food Science* 32: 378–381.
- Mondy, N.I. & Munshi, C.B. 1993a. Effect of boron on enzymic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 554–556.
- Mondy, N. I., & Munshi, C.B. 1993b. Effect of type of potassium fertilizer on enzymic discoloration and phenolic, ascorbic acid, and lipid contents of potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 849–852.
- Morrison, I.M., Cochrane, M.P., Cooper, A.M., Dale, M.F.B., Duffus, C.M., Ellis, R.P., Lynn, A., Mackay, G.R., Paterson, L.J., Prentice, R.D.M., Swanston, J.S. & Tiller, S.A. 2001. Potato starches: variation in composition and properties between three genotypes grown at two different sites and in two different years. *Journal of science of food and agriculture* 81:319-328.
- Mulder, E.G., 1956. Nitrogen-Magnesium Relationship in Crop Plants, *Plant and soil* VII no 4, 341-376.
- Mustonen, L. 1999. Varhais- ja syysperunan laatu. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 56. Jokioinen. Maatalouden tutkimuskeskus. 25 s.
- Muttucumaru, N., Powers, S.J., Elmore, J.S., Mottram, D.S. & Halford, N.G. 2013. Effects of nitrogen and sulfur fertilization on free amino acids, sugars, and acrylamide-forming potential in potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 6734–6742.
- Mäser, P., Gierth, M., Schroeder, I., 2002. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants, *Plant and soil* 247, 43-54.
- Ng, A. & Waldron, K.W. 1997. Effect of steaming on cell wall chemistry of potatoes (*solanum tuberosum* cv. Bintje) in relation to firmness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:3411-3418.
- Nonaka, M. 1980. The textural quality of cooked potatoes. 1. The relationship of cooking time to the separation and rupture of potato cells. *American Potato Journal* 57:141-149.
- Olsen, N.L., Hiller, L.K. & Mikitzel, L.J. The dependence of internal brown spot development upon calcium fertility in potato tubers. *Potato Research* 39: 165–178.
- Palta, J.P. 1996. Role of calcium in plant responses to stresses: linking basic research to the solution of practical problems (review). *HortScience* 31: 51–57.
- Papathanasiou, F., Mitchell, S.H. & Harvey, B.M.R. 1998. Glykoalkaloid accumulation during tuber development of early potato cultivars. *Potato Research* 41:117-125.
- Racusen, D. & Foote, M. 1980. A Major soluble glykoprotein of potato-tubers. *Journal of Food Biochemistry* 4:43-52.
- Rodríguez-Falcón, M., Bou, J., Prat, S., 2006. Seasonal control of tuberization in potato. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57:151-80.
- Rogozinska I., Pawelzik, E., Poberezny, J., Delgado, E. 2005. The effect of different factors on the content of nitrate in some potato varieties. *Potato Research* 48: 167–180.
- Rosen, C.J., & Kelling, K.A., & Stark, J.C. & Porter, G.A. 2014. Optimizing Phosphorus Fertilizer Management in Potato Production. *American Journal of Potato Research* 91:145–160.
- Sattelmacher, B., Klotz, F., Marschner, H., 1990. Influence of the nitrogen level on root growth and morphology of two potato varieties differing in nitrogen acquisition, *Plant and soil* 123, 131-137.
- Schippers, P.A. 1961. The influence of nitrogen and potassium fertilization on the cooking quality of potatoes. *European Potato Journal* 4: 224–242.
- Shahbaz, M., Tseng, M.H., Stuvier, C.E.E., Kotalewska, A., Posthumus, F.S., Venema, J.H., Parmar, S., Schat, H., Hawkesford, M.J. & De Kok, L.J., 2010 Copper exposure interferes with the regulation of the uptake, distribution and metabolism of sulfate in Chinese cabbage, *Journal of Plant Physiology* 167, 438-446
- Sinden, S. L., Deahl, K. L. & Aulenbach, B. B. 1976. Effect of glykoalkaloids and phenolics on potato flavor. *Journal of Food Science* 41: 520–523.
- Sowokinos, J.R. 2001. Biochemical and molecular control of cold-induced sweetening in potatoes. *American Journal of Potato Research* 78:221-236.
- Spychalla, J.P. & Desborough, S.L. 1990. Fatty-acids, membrane-permeability, and sugars of stored potato-tubers. *Plant Physiology* 94:1207-1213.
- Taiz, L & Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*, Ed. 4. Sinauer Associates.
- Taulavuori, T. Kotimaiset Kasvikset Ry. 4.10.2002. Viitattu 30.4.2014.  
<http://www.kasvikset.fi/WebRoot/1033640/Page.aspx?id=1053038>
- Tilastokeskus 2013. Suomen tilastollinen vuosikirja 2013. Suomen virallinen tilasto. 108. vuosikerta. Edita Prima oy, Helsinki. Saatavilla: <http://www.doria.fi/handle/10024/95632>



- Tuomola J. & Valkonen J.P.T. 2013. Uusimmat käytännöt perunan kasvitautien torjunnassa. MTT:n raportti 118. 40 s. Saatavilla:  
<http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/481717/mttraportti118.pdf?sequence=1>
- Valkonen, J. P. T., Keskitalo, M., Vasara, T. & Pietilä L. 1996. Potato glycoalkaloids: A burden or a blessing? *Critical Reviews in Plant Sciences* 15: 1–20.
- Van Dijk, C., Fisher, M., Holm, J., Beekhuizen, J.G., Stolle-Smits, T. & Boeriu, C. 2002 a. Texture of cooked potatoes (*solanum tuberosum*). 1. Relationships between dry matter content, sensory-perceived texture, and near-infrared spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 5082-5088.
- Van Dijk, C., Beekhuizen, J.G., Gibcens, T., Boeriu, C., Fischer, M. & Stolle-Smits, T. 2002 b. Texture of cooked potatoes (*solanum tuberosum*). 2. Changes in pectin composition during storage of potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:5089-5097.
- van Es, A. & Hartmans, K.J. 1981. Structure and chemical composition of the potato. In: A. Rastovski, A. & van Es, A. (Eds), *Storage of potatoes*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands
- Van Marle, J.T., Stolle-Smits, T., Donkers, J., Van Dijk, C., Voragen, A.G.J. & Recourt K. 1997. Chemical and Microscopic Characterization of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Cell Walls during Cooking. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 45:50-58.
- Wang-Pruski, G. & Nowak, J. 2004. Potato After-Cooking Darkening. *American Journal of Potato Research* 81: 7–16.
- Wikman, U., Torttila A., Virtanen, A. & Kuisma, P. 1996. Perunan vesitalous ja sadetus. Perunantutkimuslaitoksen julkaisuja 3/1996. Lammi. Perunantutkimuslaitos. 31 s
- Westermann, D.T. 2005. Nutritional requirements of potatoes. *American Journal of Potato Research* 82: 301–307.
- Westermann, D.T., James, D.W., Tindall, T.A. & Hurst, R.L. 1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Sugars and starch. *American Potato Journal* 71: 433–453.  
[www.fineli.fi](http://www.fineli.fi) viitattu 16.10.2014
- Xu, X, Van Lammeren, A.A.M., Vermeer, E. & Vreugdenhil, D. 1998. The Role of Gibberlin, Abscisic Acid, and Sucrose in the Regulation of Potato Tuber Formation in Vitro. *Plant Physiology* 117:575-584.
- Yhdistyneet Kansakunnat 2011. Varhais- ja ruokaperunoiden kaupanpitämistä ja kauppalaadun valvontaa koskevat laatuvaatimukset FFV-52. Versio 2011.  
[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elintarvikkeet/valmistus\\_ja\\_myynti/kasvikset/52\\_varhais-ja\\_ruokaperuna\\_2011\\_fi.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elintarvikkeet/valmistus_ja_myynti/kasvikset/52_varhais-ja_ruokaperuna_2011_fi.pdf) . Viitattu 24.8.2014.

---

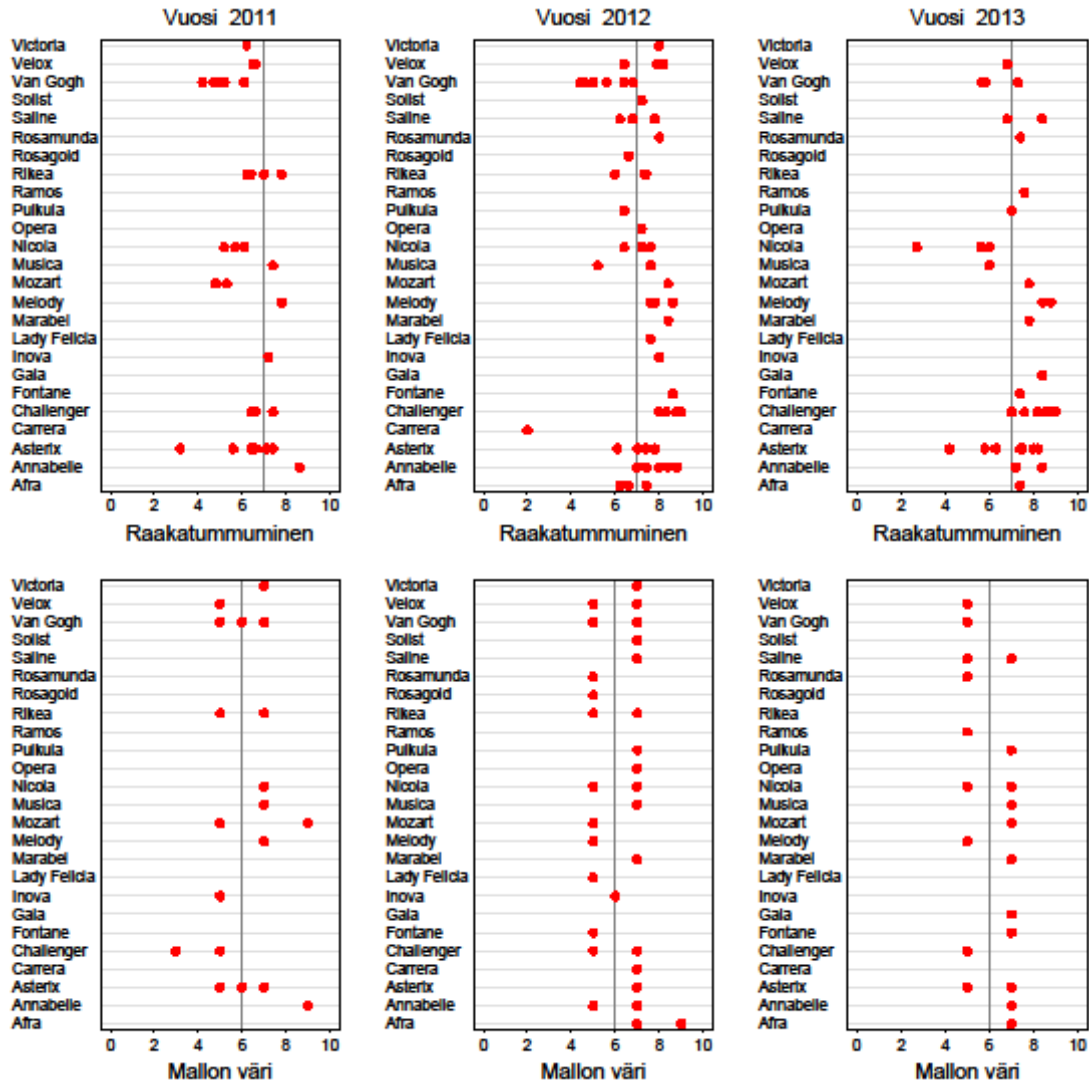
## Liitteet

---

Liite 1: Perunan keittolaadun arviointi (MTT 2008).

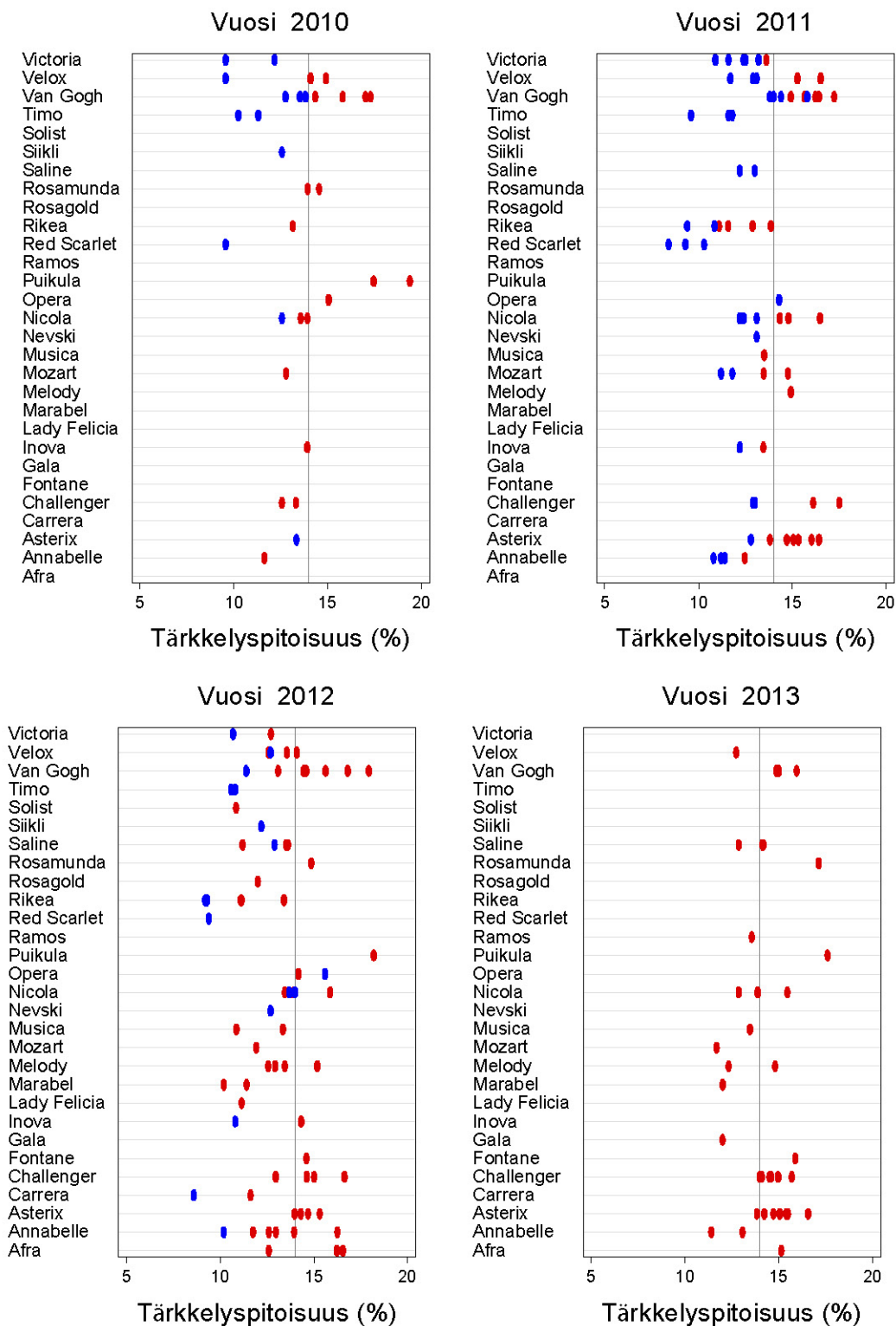
Arvosana	Ulkonäkö	Rikkikiehuminen	Mallon väri	Jauhoisuus	Maku	Jälki/raakatummuminen
1	huono	Hajonnut, rikki > 1/2 mukulasta	harmaan kirjava	malto löysä, vetinen	kelvoton, voimakas sivumaku	kokonaan tummunut
3	välttävä	kohtalaisesti rikki, < 1/3 mukulasta	valkoinen	ei jauhoinen	huono, lievä sivumaku	pahasti tummunut
5	tyytyttävä	lievästi rikki, < 10 % mukulasta	vaalean keltainen	hiukan jauhoinen	tydyttävä, ruokaperuna-kelpoinen	kohtalaisesti tummunut
7	hyvä	kiinteä, lähes ehjä mukula	keltainen	kohtalaisen jauhoinen	hyvä	hiukan tummunut
9	erinomainen	täysin kiinteä, ehjä mukula	tumman keltainen	hyvin jauhoinen, kuiva	erinomainen, virheetön maku	ei tummunut

Liite 2: Raakatummuminen ja mallon väri lajikkeittain vuosina 2011-2013.

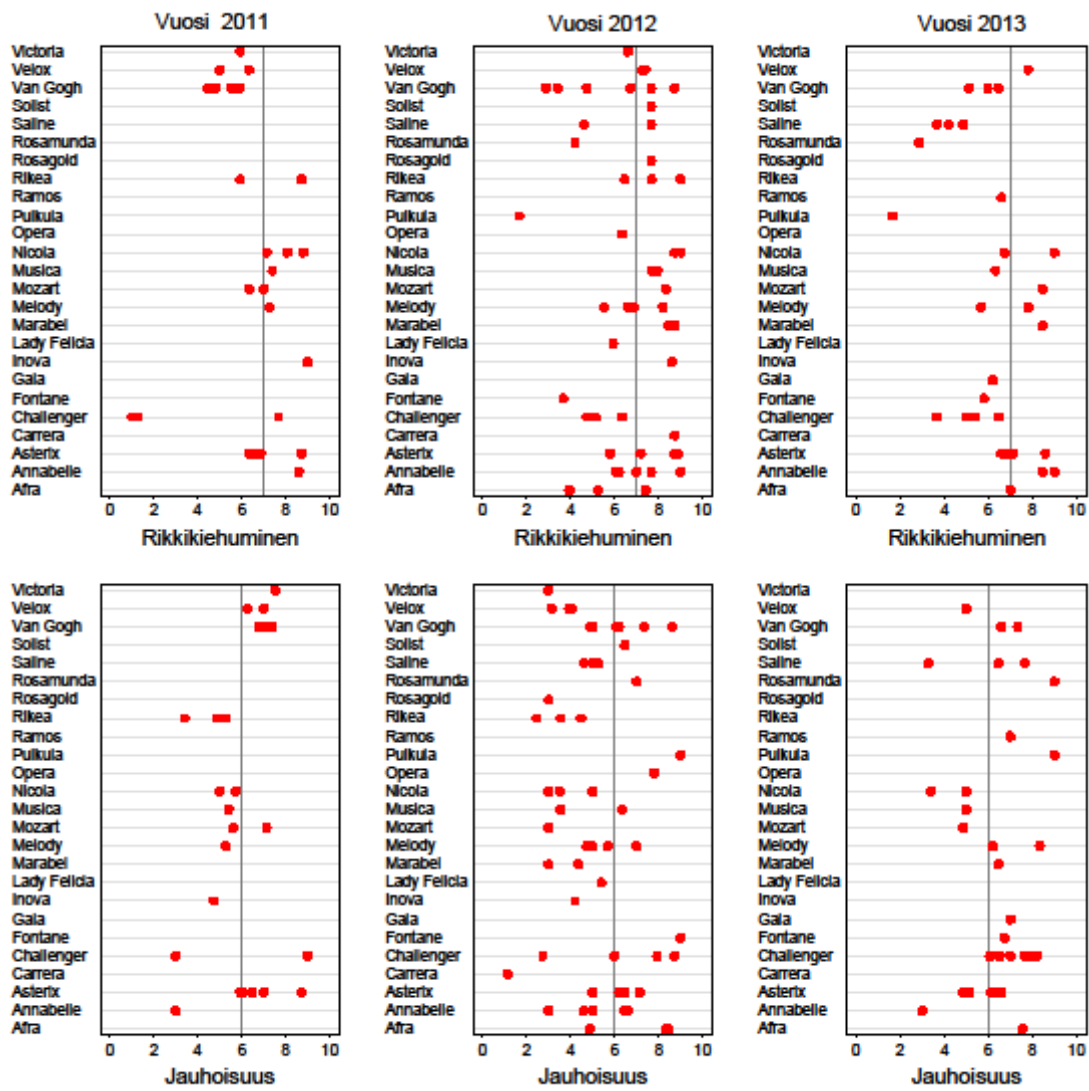




Liite 3: Eri lajikkeiden tärkkelyspitoisuudet vuosina 2010-2013. Sinisellä merkityt ovat ruokaperunatilojen ja punaisella ruokaperunatilojen tuloksia.



Liite 4: Rikkikiehuminen ja jauhoisuus lajikkeittain vuosina 2011-2013.





## PERUNA PAREMMAKSI -kysely

### 1. Keittiötyyppi

- keskuskeittiö, jossa muun muassa keitetään perunat ja jaetaan kuumana jakelukeittiöihin tai jakopisteisiin
- keskuskeittiö, jossa keitetään ja jäähdytetään perunat sekä jaetaan kylmänä jakelukeittiöihin tai jakopisteisiin (cook & chill)
- valmistuskeittiö, jossa kypsennetään tarjottavat lisäkeperunat
- jakelukeittiö
- muu keittiö, mikä

### 2. Kuka toimittaa perunan keittiöönne?

- tukku/ kauppa /välittäjä, mikä
- viljelijä, kuka
- jalostaja, kuka
- kuorimo, kuka
- joku muu, mikä

### 3. Kuinka usein peruna toimitetaan keittiöönne?

- päivittäin tarvittava määrä
- joka toinen päivä
- kaksi kertaa viikossa
- harvemmin

### 4. Millaisena peruna tulee keittiöönne?

- multaperunana
- pestynä
- kuorittuna muovipussissa

- kuorittuna vedessä
- paloitetuna kuten viipaloituna, kuutioituna jne
- esikypsennettynä
- keitettyinä lämpöastioissa
- kypsennettynä kylmänä
- muulla tavalla, miten

**5. Kuinka monta ruoka-annosta valmistatte päivittäin?**

**6. Kuinka monta kiloa perunaa käytätte vuodessa?**

**7. Miten kypsennätte lisäkeperunan?**

- padassa vesikeitolla
- padassa höyrykeitolla
- uunissa höyrykeitolla
- painekeitokaapissa
- muulla tavalla, miten

**8. Minkä kokoisissa erissä kypsennätte lisäkeperunan?**

- kypsennämme kerralla kaiken päivän aikana tarjottavan perunan
- kypsennämme perunan kerralla yhdelle aterialle kuten lounaalle tai päivälliselle
- kypsennämme perunaa useammassa erässä yhdelle aterialle
- muulla tavalla, miten

**9. Miten säilytätte kypsän perunan kuumana?**

- säilytetään uunissa tai padassa
- pakataan lämpöastioihin välittömästi keiton jälkeen
- pakataan tarjoiluastioihin, peitetään kannella ja viedään lämpölinjastoon
- pakataan tarjoiluastioihin, peitetään kelmulla ja viedään lämpölinjastoon
- muulla tavoin, miten

10. Kuinka monta tuntia enintään säilytätte kypsennettyä perunaa kuumana?

11. Oletteko huomanneet lisäkeperunassa ongelmia kuten

tummumista kypsänä

tummumista raakana

kuorettumista

hajoamista

kovettumista

makumuutoksia, mitä

käyttötarkoitukseen sopimattomuutta,  
mitä

muuta, mitä

12. Minkä verran mielestänne pystytte vaikuttamaan perunan laatuun ruuanvalmistuksessa?

ei ollenkaan      1      2      3      4      5      hyvin paljon  
                       

13. Minkä verran mielestänne pystytte vaikuttamaan keittiöillenne tilattavan perunan valintaan ja laatuun?

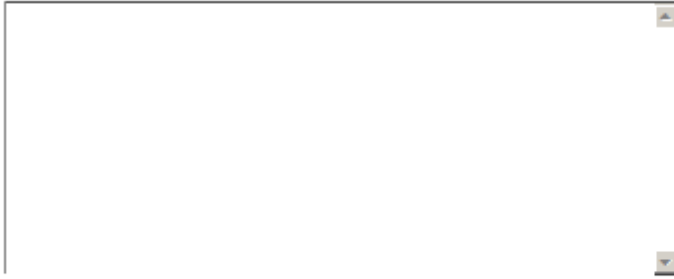
ei ollenkaan      1      2      3      4      5      hyvin paljon  
                       

14. Minkä verran keskustellette perunantoimittajan kanssa perunan käyttöominaisuuksista?

ei ollenkaan      1      2      3      4      5      hyvin paljon  
                       

15. Millaista palautetta saatte asiakkailtanne lisäkeperunasta?

16. Mitä muuta haluatte kertoa?



Ole hyvä ja kerro yhteystietosi, jotta voimme tarvittaessa tarkentaa vastauksia.

**17. Yhteystiedot**

Keittiön nimi	<input type="text"/>
Yhteyshenkilö	<input type="text"/>
Sähköposti	<input type="text"/>
Postiosoite	<input type="text"/>
Postinumero	<input type="text"/>
Postitoimipaikka	<input type="text"/>
Puhelin	<input type="text"/>



## PERUNA PAREMMAKSI -kysely 2014

### 1. Keittiötyyppi

- keskuskeittiö, jossa muun muassa keitetään perunat ja jaetaan kuumana jakelukeittiöihin tai jakopisteisiin
- keskuskeittiö, jossa keitetään ja jäädytetään perunat sekä jaetaan kylmänä jakelukeittiöihin tai jakopisteisiin (cook & chill)
- valmistuskeittiö, jossa kypsennetään tarjottavat lisäkeperunat
- jakelukeittiö
- muu keittiö, mikä

### 2. Kuinka monta ruoka-annosta valmistatte päivittäin?

### 3. Kuka toimittaa perunan keittiöönne?

- tukku/ kauppa /välittäjä, mikä
- viljelijä, kuka
- jalostaja, kuka
- kuorimo, kuka
- joku muu, mikä

### 4. Millaisena peruna tulee keittiöönne?

- multaperunana
- pestynä
- kuorittuna muovipussissa
- kuorittuna vedessä

- paloitetuna kuten viipaloituna, kuutioituna jne
- esikypsennettynä
- keitettyinä lämpöastioissa
- kypsennettynä kylmänä
- muulla tavalla, miten

## 5. Mitä tietoa haluatte saada perunaerien pakkausmerkinnöissä?

- kuorimispäivä
- parasta ennen päiväys
- lajike
- käyttötarkoitus värikoodeilla punainen, keltainen ja vihreä
- käyttötarkoitus sanallisesti
- viljelijätiedot
- pakkaaja
- kuorimo
- toimittajatiedot
- säilytysohje
- käytetyt lisä- tai apuaineet kuten tummisenestoaine
- käsittelyohje pakkauksen avaamisen jälkeen
- muuta,
- mitä

## 6. Kuinka monta päivää enintään säilytätte raakaa, kuorittua perunaa kylmiössänne?

- 0-2 vuorokautta
- 3-4 vuorokautta
- parasta ennen -päiväykseen asti

## 7. Missä lämpötilassa säilytätte raakaa perunaa keittiössänne? (esim. kylmiön tai kellarin lämpötila)

## 8. Mikä on perunan lämpötila säilytyspaikassa?

Ohje: Mittaa perunan lämpötila esim. omavalvontaan tarkoitettulla lämpömittarilla säilytystilassa perunasta tai kahden perunapussin välistä. Kylmiön lämpötila voi vaihdella eri osissa kylmiötä eli olosuhdelämpötila voi olla eri kuin tuotteen lämpötila.



## 9. Miten kypsennätte lisäkeperunan?

- padassa vesikeitolla
- padassa höyrykeitolla
- uunissa höyrykeitolla
- painekeitokaapissa
- muulla tavalla, miten

## 10. Millaisessa vuoassa kypsennätte lisäkeperunan?

- reiällisessä GN-vuoassa
- umpipohjaisessa GN-vuoassa kuiviltaan
- umpivedessä syvässä GN-vuoassa

## 11. Kuinka kauan kypsennätte annos- eli lisäkeperunoita?

## 12. Miten säilytätte kypsän perunan kuumana?

- säilytetään uunissa tai padassa
- pakataan lämpöastioihin tai lämpökuljetuslaatikoihin välittömästi keiton jälkeen
- pakataan tarjoiluastioihin, peitetään kannella ja viedään lämpöinjastoon
- pakataan tarjoiluastioihin, peitetään kelmulla ja viedään lämpöinjastoon
- pakataan tarjoiluastioihin ja viedään lämpölampun alle tarjolle
- muulla tavoin, miten

## 13. Kuinka monta tuntia enintään säilytätte kypsennettyä perunaa kuumana?

Laske säilytysaika perunan kypsymisestä tarjoilun päättymiseen eli keskuskeittöltä jakelukeittiön tarjoilun päättymiseen.

## 14. Mikä on lämpöhauteen veden lämpötila tarjoilun alussa ja lopussa?

tarjoilun alussa

tarjoilun lopussa

### 15. Oletteko huomanneet lisäkeperunassa seuraavanlaisia ominaisuuksia

tummumista kypsänä

tummumista raakana

kuorettumista

hilseilyä

hajoamista

kovettumista

makeutumista

muita makumuutoksia, mitä

käyttötarkoitukseen sopimattomuutta, mitä

muuta, mitä

### 16. Onko keittiöllänne muutettu perunankäsittelyä viime vuosien aikana? Miten?

### 17. Millä tavoin perunan laatu on mielestänne muuttunut viime vuosien aikana?

### 18. Millaista palautetta saatte asiakkailtanne lisäke- eli annosperunasta?

### 19. Mitä muuta haluatte kertoa?

Esimerkiksi keskustelu viljelijän/ perunantoimittajan/ tukun kanssa perunan käyttöominaisuuksista; millä tavalla tiedottaminen ja palautteenanto olisi mielestänne viljelijän ja keittiön välillä helpointa järjestää?

Ole hyvä ja kerro yhteystietosi, jotta voimme tarvittaessa tarkentaa vastauksia.

### 20. Yhteystiedot

Keittiön nimi	<input type="text"/>
Yhteyshenkilö	<input type="text"/>
Sähköposti	<input type="text"/>
Postiosoite	<input type="text"/>
Postinumero	<input type="text"/>
Postitoimipaikka	<input type="text"/>
Puhelin	<input type="text"/>

Keskeytä

*Peruna paremmaksi -hanketta toteuttavat pellolta pöytään Oulun Maa- ja kotitalousnaiset, ProAgria Oulu, ProAgria Keski-Pohjanmaa ja hallinnoijana Maatalouden tutkimuskeskus MTT.*

# Peruna paremmaksi – käyttöohjeistus keittiöille



MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

# MTT RAPORTTI 171

[www.mtt.fi/julkaisut](http://www.mtt.fi/julkaisut)

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

MTT, 31600 Jokioinen.

