

**Alkuperältään aidot – koordinoitulla yhteistyöllä uusi työkalu kasvituotteiden alkuperän määrittämiseen ja alkuperäväärennösten osoittamiseen**

**Loppuraportti**



Saila Karhu, Marja Rantanen, Jorma Hellstén (Luonnonvarakeskus)

Annikki Welling, Janne Nieminen, Mervi Rokka, Eija-Riitta Venäläinen, Simo Jokinen, Janne Järvinen, Satu Mykkänen, Anu Villberg (Ruokavirasto, Kemian yksikkö, Laboratorio- ja tutkimuslinja)

2020



## Sisällys

1	Hankkeen tavoitteet	3
1.1	Taustaa: suomalainen mansikka kilpailutilanteessa	3
1.2	Alkuperän määrittämiseen on menetelmiä	3
1.3	Hankkeen kiteytetyt tavoitteet	4
2	Hankkeen osapuolet ja yhteistyö	5
3	Tulokset	6
3.1	Menetelmät ja aineisto	6
3.1.1	Aineisto	6
3.1.2	Pysyvien isotooppien määrittäminen	8
3.1.3	Alkuaineiden pitoisuuksien määrittäminen	8
3.1.4	Ryhmittelyanalyysi: määrittämisen tilastollinen käsittely	8
3.2	Keskeiset tulokset	9
3.2.1	Mansikkanäytteet viitetietokantoihin	9
3.2.2	SIRA-analyysit: pysyvien isotooppien suhteet	9
3.2.3	Alkuainepitoisuudet	13
3.3	Toteutusvaiheen arviointi	14
3.4	Julkaisut	15
3.4.1	Tiedonvälitys	15
3.4.2	Esitelmät ja posterit	16
3.4.3	Kirjalliset julkaisut	16
4	Tulosten arviointi	17
4.1	Tulosten soveltaminen käytäntöön	17
4.1.1	Alkuperän määrittäminen elintarvikevalvonnan näytteistä	17
4.1.2	Alkuperäisyyden merkitys kilpailukykyllä	18
4.2	Tulosten tieteellinen merkitys	19
	Viitteet	19
	LIITE Tekninen loppuraportti: Tiivistelmä	

## 1. Hankkeen tavoitteet

### 1.1 Taustaa: suomalainen mansikka kilpailutilanteessa

Keväällä 2017 eduskunnalle annettu Valtioneuvoston 'Selonteko ruokapolitiikan linjauksista vuoteen 2030' korosti, että ruokajärjestelmämme on oltava niin kehittynyttä ja läpinäkyvää, että kuluttaja pystyy siinä tekemään tietoisia valintoja (Maa- ja metsätalousministeriö 2017).

Edellä mainittu Valtioneuvoston Selonteko toi esille riskin elintarvikepetosten lisääntymisestä, joka vaikuttaa elintarviketurvallisuuteen ja kuluttajien luottamukseen ruoasta. Kasvituotteita jalostavan teollisuuden on myös oltava varma käyttämiensä raaka-aineiden alkuperästä. Yksikin epäselvä raaka-ainetoimitus voi nykyisen nopean tiedonvälityksen aikakaudella pilata koko yrityksen maineen.

Elintarvikkeiden alkuperäväärennökset ovat viime aikoina lisääntyneet. Ruokaväärennöksiä esiintyy paitsi Suomessa laajalti koko Euroopassa (Christoph ja muut 2015). EU:ssa arvioidaan aiheutuvan vuosittain 8–12 miljardin euron haitta elintarvikeväärennöksistä (European Commission 2020). Erityisesti ulkomaista mansikkaa epäillään ajoittain myydyin suomalaisena. Mansikka onkin yksi useimmin alkuperäväärennökseksi epäiltävä elintarvike Suomessa ja monissa muissa eurooppalaisissa maissa.

Suomen 3345 puutarhatilasta joka kolmas tuottaa mansikkaa, ja tuotannossa on kasvava trendi. Vuonna 2018 mansikoita viljeltiin 1 113 tilalla, viljelyala oli 4155 ha ja sato 15,3 milj. kg (Luke 2019). Tuotannon intensiteetti on viime vuosina lisääntynyt mm. tunnelikasvatuksen myötä lisäten viljelmien investointitasoa. Valtaosa Suomen mansikkasadosta on edelleen saatavilla pääsatokaudella heinäkuussa, jolloin tuottajahinta tyypillisesti laskee. Korkein hinta marjoista saadaan varhais- ja myöhäissadon aikoina. Näinä aikoina, mutta myös pääsatokauden aikana, alkuperäharhautuksina markkinoille tulevat marjat voivat aiheuttaa huomattavan paineen laskea kotimaisen marjan hintoja ja vähentää marjantuotantomme taloudellisia mahdollisuuksia viljelyä harjoittavissa maatilayrityksissä.

Suomalaisen kasvituotannon valtteja ovat puhdas ympäristö ja osaavat viljelijät. Luonnonolosuhteet, erityisesti kasvukauden lyhyys, rajoittavat kuitenkin kasvien menestymistä ja tuotantopotentiaalia, mikä yhdistettynä työtekijöiden ansiotasoon on haasteellista alkutuotannon kilpailukyvyllä ja kannattavuudella. Halvemmista maista tai maista, joiden päätuotantokausi ajoittuu suomalaista pääsatokautta aikaisemmaksi, tuodaan Suomeen enenevästi tuoretuotteita muiden elintarvikkeiden lisäksi.

### 1.2 Alkuperän määrittämiseen on menetelmiä

Elintarvikkeiden alkuperän määrittämiseksi on viime vuosina kehitetty erilaisia menetelmiä (Galimberti ja muut 2013). Osa näistä on kehitetty kuvaamaan paikallisesti esiintyvien, perimältään erilaisten populaatioiden eroja (Jaakola ja muut 2010)). Mansikantuotannossa käytetään kuitenkin perinnöllisesti identtisiä lajikkeita useissa eri maissa ja maanosissa. Siksi niiden alkuperän määrittämisen pitää perustua menetelmiin, jotka pystyvät jäljittämään kasvien kasvatuspaikan, vaikka lajike on alkujaan kloonattu samasta alkuperäisestä yksilöstä.

Niin sanottua *Pysyvien eli stabiilien isotooppien suhteiden analyysia (SIRA)* on alettu käyttää jo 1970-luvulla elintarvikkeiden alkuperäitouden määrittämiseen (Bender 1971). Euroopan Komissio on hyväksynyt sen viralliseksi analyysimenetelmäksi 30 vuotta sitten (Commission Regulation 1990). Menetelmä perustuu siihen, että monista alkuaineista, kuten esimerkiksi vedystä, hapestä ja hiilestä, esiintyy erilaisia isotooppimuotoja. Alkuaineiden protonien ja elektronien määrän ollessa vakio eri isotoopit perustuvat neutronien vaihteleviin lukumääriin atomeissa.

Nämä pysyvät isotoopit, ei-radioaktiiviset alkuaineiden muodot, pystytään nykyteknologialla erottamaan toisistaan. Laitteistojen, erityisesti massaspektrometriikan teknisen kehittymisen myötä näytteiden analysoinnin tarkkuus on huomasti lisääntynyt viime vuosina (Ackerman 2013). Alkuaineiden isotoopit esiintyvät eri pitoisuuksina eri maantieteellisillä alueilla. Ne myös siirtyvät elollisissa olioissa eri ainesosiin,

esimerkiksi solukoissa esiintyvään veteen tai valkuaisaineisiin, ympäristönsä määrittävissä suhteissa. Solukoiden eri alkuaineiden isotooppisuhteiden perusteella pystytään näin analysoimaan biologisen aineksen ja esimerkiksi veden alkuperä (Voerkelius ja muut 2010).

SIRA-menetelmä on laajasti käytössä Euroopassa erityisesti viinin sisältämän veden isotooppeihin perustuvissa analyyseissä (Christoph ja muut 2015). Myös marja- ja hedelmälajeilla on tieteellisin tutkimuksin osoitettu, että isotooppianalysoinnin ja ympäristökiteyden mallinnuksen yhdistelmällä pystytään erottamaan näytteistä niiden maantieteellinen alkuperä lajikkeesta ja satokauden ajankohdasta riippumatta (Anderson & Smith 2006; Perez ja muut 2006; Boner ja muut 2016).

Menetelmää on kehitetty useille eri maatalousalan tuotteille, sekä kasvi- että eläinkunnasta peräisin oleville aineksille (ks. Christoph ja muut 2015). Menetelmää on myös pystytty käyttämään oikeustapauksissa osoittamaan tuotteiden alkuperän väärännäköisyydessä. Tällaisia tuotteita ovat olleet mm. peruna, viini, viinietikka, kaviaari ja puun siemenet (Agroisolab 2016).

Maantieteellisen alkuperän osoittamiseen SIRA-menetelmällä tarvitaan viitenäytteet, joista isotoopit on analysoitu (Laurson ja muut 2016). SIRA-menetelmään perustuva viitenäytteiden tietokanta on aiemmin kehitetty mm. Ruotsissa viljellyille mansikoille alkuperäselvityksien selvittämiseksi. Sen hyödynnyks on aloitettu: Jordbruksverket Ruotsissa on ottanut sen käyttöönsä jo vuonna 2012 ja käyttää edelleen tarkastaessaan marjaeriä (Jordbruksverket 2019)

Joissakin tutkimuksissa on osoitettu, että isotooppianalyysien lisäksi myös joidenkin alkuaineiden, lähinnä hivenaineiden määrien esiintyminen marja- ja hedelmänäytteissä osoittaa niiden maantieteellisen alkuperän (Perez ja muut 2006). Hivenainemääritykset voisivat hyvin toimia erityisesti alkuperämäärityksissä mansikalla, jota viljellään samaa perinnöllistä alkuperää edustavan lajikkeen klooneina. Menetelmän toimivuudesta mansikalla on alustavia lupaavia tuloksia (Opper ja muut 2015). Tämäkin menetelmä on myöhemmin laajennettavissa muille tuotteille (Picó 2015).

### **1.3 Hankkeen kiteytetyt tavoitteet**

Tämä hanke käynnistettiin osin Ruotsissa käyttöön otetun mallin mukaisesti luomaan SIRA-menetelmään perustuva tietojärjestelmä Suomessa mansikan maantieteellisen alkuperän varmistamiseen ja antamaan valmiudet menetelmän käyttöönottoon. Lisäksi haluttiin selvittää, saadanko valittujen alkuaineiden määrien määrityksillä vastaava tieto ja analyysien käyttömahdollisuus. Alkuainemäärien analyysien käytön ajateltiin myös antavan lisävarmuutta alkuperäselvityksissä, mikäli SIRA-määritysten teho ei Suomessa olisi riittävä osoittamaan mansikan kotimaista alkuperää. Hanketoiminnan tavoitteet olivat seuraavat:

- Hankitaan uutta tietoa ja kehitetään työkalu, joilla mansikasta voidaan selvittää, ovatko marjat alkuperältään suomalaisia.
- Hankkeessa luodaan viranomaisten käyttöön referenssi- eli viitetietokanta, joihin mansikkanäytteitä voidaan verrata. Tietokanta sisältää Suomen mansikantuotannon alueelle ominaiset valittujen pysyvien isotooppien suhteelliset osuudet mansikan marjassa. Tilastollista mallia käyttäen näytteestä mitattuja pysyvien isotooppien suhteellisia osuuksia voidaan sitten verrata viitetietokantaan ja näin pystytään antamaan lausunto tuotteiden alkuperän suomalaisuudesta.
- Vastaavista mansikkanäytteistä analysoidaan myös tiettyjen alkuaineiden määrät, ja tulosten perusteella tehdään samanlainen viitetietokanta kuin pysyvien isotooppien suhteellisista osuuksista. Tällaista tietokantaa ei ole aikaisemmin tehty mansikasta. Tavoitteena on pystyä käyttämään sitä itsenäisesti mansikan alkuperän määrittämiseen tai käyttämään sitä yhdessä isotooppitietokannan kanssa.
- Hankkeen viestinnän tehtävänä on tehdä pysyvien isotooppien suhteisiin perustuva menetelmä tunnetuksi tuottajille ja koko marjaelinkeinolle sekä kuluttajille. Tavoitteena on luoda kaikille mansikan arvoverkoston osallistuville tietoisuus siitä, että kyseistä menetelmää ja työkalua kehitetään ja se voidaan ottaa käyttöön elintarvikevalvonnassa. Tämän odotetaan osaltaan toimivan myös pelotteena ja vähentävän yrityksiä marjojen alkuperäväärennöksiin.

- Luotu menetelmä suunnitellaan toimimaan mallina muiden elintarvikkeiden alkuperäväärennösepäilyjen selvittämiseen. Hankkeessa kehitetyn tietokannan mahdolliseen laajentamiseen halutaan luoda tuottajajärjestöille valmis toimintamalli. Hanke suunnitellaan antamaan myös valmiudet ryhtyä kehittämään vähintään pohjoiseurooppalaiset maat kattavaa mansikan SIRA-referenssinäytteiden tietokantaa, kuten on tehty eteläeurooppalaisissa viinintuottajamaissa viinin osalta (Camin 2015). Hankkeen tuloksena luodusta viitetietokannasta olisi tulevaisuudessa mahdollisuus tehdä avoin, mikä myöhemmin mahdollistaisi tietojen hyödyntämisen ja yhdistämisen koko Euroopan tasolla.

## 2. Osapuolet ja yhteistyö

Hankkeessa muodostui laaja yhteistyöverkosto kotimaisen marjantuotannon alalla. Hankkeen hakija ja vastuorganisaatio oli Luonnonvarakeskus (Luke), joka toimi hankkeessa koordinaattorina. Päävastuina olivat yleissuunnittelu, ulkomainen yhteydenpito, näyteverkoston suunnittelun johtaminen, päävastuu näytteiden keruusta ja toimituksesta sekä tiedonvaihdon varmistus. Avainhenkilöinä toimivat: Puutarhatuotannon tutkimusprofessori Saila Karhu (hankkeen vastuullinen johtaja, yleissuunnittelu, viestintä), tutkija Marja Rantanen (näytesuunnittelu, viestintä, yhteydet marjatilaille) sekä tutkimusmestari Jorma Hellstén (näytteiden keruu ja toimitus, yhteydet marjatilaille).

Toisena päätoimijana oli Ruokavirasto (entinen Elintarviketurvallisuusvirasto Evira), jonka vastuulla oli osallistuminen SIRA-näytteenoton suunnitteluun, tulosten tulkinta, hyödyntämissuunnitelma ja käyttöönotto. Lisäksi Ruokaviraston tehtävänä oli alkuainemäärien analyysien suunnittelu, toteutus ja tulosten analysointi ja raportointi. Avainhenkilöinä toimivat: Ylijohtaja Janne Nieminen ja kemian yksikön johtaja Annikki Welling (yleissuunnittelu, viestintä), tutkijat Mervi Rokka, Eija-Riitta Venäläinen, Janne Järvinen, Simo Jokinen, Satu Mykkänen ja Anu Villberg (alkuaineanalyysit, tulosten analysointi).

Kehitysyhtiö SavoGrow Oy Marjaosaamiskeskuksen ja Suonenjoen Seudun Marjanviljelijäin yhdistys ry:n vastuulla olivat erityisesti Savon alueen marjantuottajayhteydet sekä näytteenoton suunnitteluun osallistuminen, avainhenkilönä toiminnanjohtaja Leena Koponen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto ry (HML) auttoi yhteyksien luomisessa marjantuottajiin, näytteenoton suunnittelussa sekä hankeviestinnässä, avainhenkilöinä toiminnanjohtajat Hannu Salo ja Miika Ilomäki. Mansikantuottajat sekä em. yhdistysten jäsenistöstä että sen ulkopuolelta osallistuivat laajasti hankkeeseen luovuttamalla näytemarjat vastikkeetta ja toimittamalla tietoa viljelylohkojen hoidosta ja ominaisuuksista.

Pakkasmarja Oy ja Kasvishovi Oy toivat hankkeeseen marjaliiketoiminta-alan asiantuntijuutta tuottajaverkoston tuntemusta. Isotooppianalyysit tilattiin hankkeeseen ostopalveluna kilpailutuksen kautta: Kilpailutuksen voittaneen saksalaisen yrityksen Agroisolab GmbH vastuulla olivat SIRA-analyysit, viitetietokantojen teko ja alustava analysointi. Näytteiden analysointi hankittiin hankesuunnitelman mukaisesti ostopalveluna, samoin tulosten mallinnus referenssinäytteiden tietokannan perusteella. Ostopalvelun ehdoksi asetettiin, että kaikki analyysitiedot saadaan avoimina, otettaviksi viitetietokannan käyttöön Suomessa.

Hankkeessa toimi *ohjausryhmä*, jonka jäsenet olivat:

Neuvotteleva virkamies Suvi Rynänen (Maa- ja metsätalousministeriö); elintarvikeasiantuntija Mari Lukkariniemi (sijainen Marleena Tanhuanpää; Elintarviketeollisuusliitto); Ylitarkastaja Niina Matilainen (Ruokavirasto); tutkija Jaana Kotro (Luonnonvarakeskus); puheenjohtaja Ismo Ruutiainen (Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto ry); Veijo Karkkonen (Suonenjoen Seudun Marjantuottajien yhdistys ry); Toimitusjohtaja Matti Leinonen (Pakkasmarja Oy); Erikoissuunnittelija Marjo Särkkä-Tirkkonen (Ruralia-instituutti) ja kasvinviljelyasiamies Mika Virtanen (MTK).

Hanketta suunniteltaessa saatiin apua hortonomi, marjantuotantoneuvoja Magnus Engstedtin (Länstyrelsen i Jönköpings län, Ruotsi) asiantuntemuksesta SIRA-menetelmän käytöstä mansikan alkuperän määrittämisen kehittämisessä.

Hanketta rahoittivat MMM:n lisäksi Luke, Ruokavirasto, Hedelmän- ja Marjanviljelijäin liitto, Suomenjoen Seudun Marjanviljelijäin yhdistys ry, Kasvishovi Oy, Pakkasmarja Oy sekä Maiju ja Yrjö Rikalan Puutarhasäätiö.

Hankkeen suunnittelu lähti liikkeelle marjaelinkeinon aloitteesta. Tämä ja hankkeeseen sitoutuneiden marjantuottajajärjestöjen aktiivinen panos olivat kulmakiviä sille, että hankkeeseen saatiin mukaan huomattava määrä mansikanviljelijöitä, mitä ilman hanketta ei olisi voitu toteuttaa täysin luotettavasti. Sitoutumista osoitti myös hankkeen osittainen rahoitus marjaelinkeinon taholta.

Hankkeen yhteistyöverkoston rakentaminen oli helppoa, sillä hankkeen päätoimija, Luonnonvarakeskuksen (Luke) puutarhatuotannon tutkimusala on ollut yhteistyössä monien tämän hankkeen toimijoiden kanssa ja toteuttanut useita mansikkaan ja muihin marjakasveihin kohdistuneita tutkimus- ja kehittämishankkeita. Niissä on yhteistyössä marjantuottajien, tuottajajärjestöjen ja virastojen kanssa luotu valmiiksi toimintaverkostoa ja toimintapohjaa, jossa hanketta voitiin toteuttaa.

Myös hankekonsortion muiden toimijoiden yhteydet marjaelinkeinoon olivat valmiiksi kiinteät tai ne edustivat sitä. Aiemmat yhteishankkeet ja runsaat toimijoiden aiemmat kontaktit helpottivat yhteyksien luomista ja tiedonvälitystä tuottajiin ja koko toimijaverkoston. Hankkeeseen osallistuvat tahot olivat osallistuneet aiemmin puutarhatuotannon kehittämistä koskeneisiin hankkeisiin, ja hanketoimintatavat olivat toimijoille tuttuja. Toteuttajilla oli myös valmiit tiedotuskäytännöt ja työkalut tätä varten, mikä tehosti viestintää.

## **3. Tulokset**

### **3.1 Aineisto ja menetelmät**

#### **3.1.1 Aineisto**

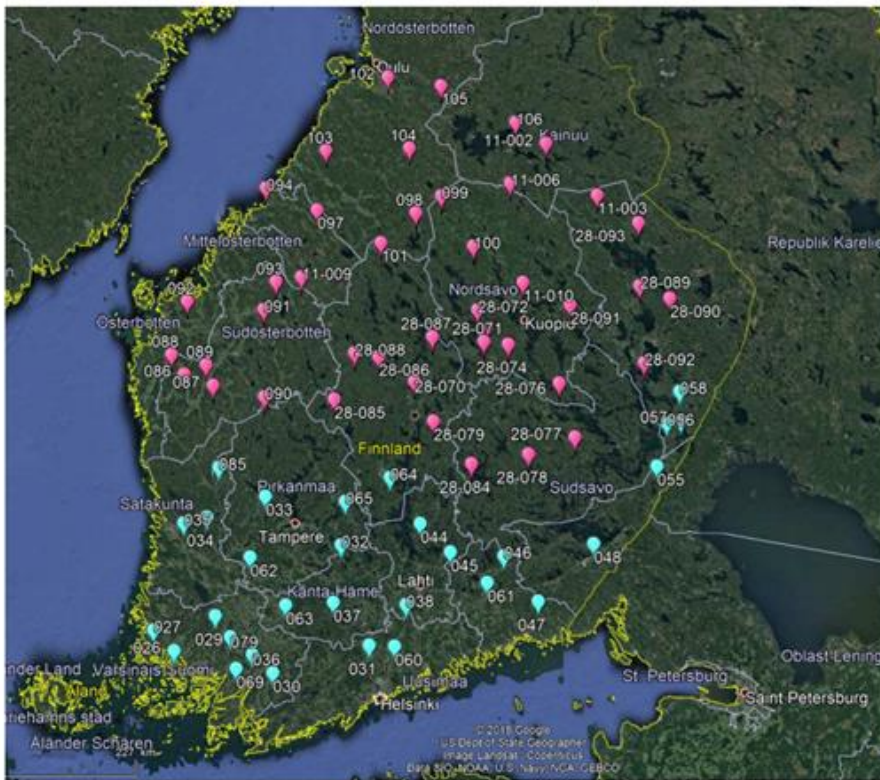
Ensimmäisessä vaiheessa mallina hankkeen suunnittelussa käytettiin Ruotsissa käytössä olevan mansikan SIRA-referenssinäytteiden tietokannan kehittämisen käytäntöjä ja soveltamista. Tietojen saamisesta hankkeen käyttöön oli jo hanketta suunniteltaessa alustavasti sovittu (M. Engstedt, Länstyrelsen i Jönköpings län, Ruotsi). Suunniteltaessa näytteenotot viitetietokannan kehittämistä varten käytettiin hyväksi tietoja mansikantuotantoon suuntautuneiden tilojen sijainnista sekä maaperä- ja vesistötietoja. Yhteistyö marjantuottajayhdistysten kanssa oli tässä tärkeällä sijalla. Hanketoimijoiden tietoon tulleilta mahdollisilta stabiilien isotooppien analyysejä tekeviltä laboratorioilta pyydettiin tarjoukset tarjouskilpailumenettelyllä. Tarjouskilpailun voitti saksalainen Agroisolab GmbH. Sen kanssa tehtiin tilaussopimus ja sovittiin tarkasti näytteidenotto- ja toimitustavat ja alustavat näytteiden ottoajat. Agroisolab GmbH -yritys oli ollut kehittämässä em. Ruotsissa käytössä olevaa järjestelmää ja vastaavia järjestelmiä useille biologisille tuotteille Euroopassa.

Hankkeen toisessa vaiheessa suunniteltiin, koordinoitiin ja toteutettiin tuoreiden marjojen SIRA-näytteiden oikea-aikainen otto, lähetys ja analysointi. Koska helposti pilaantuvan tuoremateriaalin käsittely ja lähetys oli tapahduttava suunnitellun nopean toimituksen mukaisesti ja ehdottoman luotettavasti, näytteiden keräys organisoitiin ja toteutettiin, Ruotsin mallista poiketen, keskitetysti.

Viitetietokanta on sitä parempi, mitä kattavampi se on ottaen huomioon maantieteellisen kattavuuden, eri vuosien sääolosuhteet ja eri viljelytavat. Vuonna 2017 näytteitä kerättiin maantieteellisesti kattavasti siten, että koko Manner-Suomen mansikantuotantoalue jaettiin 50 km x 50 km ruutuihin. Joka ruudusta valittiin ainakin yksi mansikkatila, ja joitakin ruutuja painotettiin näytekohteina, jos alueella tiedettiin olevan runsaasti mansikanviljelyä. Näytesteitä kertyi ensimmäisenä vuonna kaikkiaan 73 (Kuva 1).

Annex

Figure 1: Sampling points of the further reference samples from order no 468K1015-0917 and 494K1015-0917 (red flags).



Kuva 1. Vuonna 2017 kerättyjen näytteiden sijainti (siniset ja punaiset pisteet). Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista.

Vuonna 2018 näytteet otettiin pääasiassa samoilta tiloilta ja pääosin samoilta lohkoilta kuin vuonna 2017, jotta saataisiin selville vuosivaihtelu. Osa vuoden 2018 näytteistä oli loppusatoa, kun edellisenä kesänä 2017 myöhäisen satoajan takia kerättiin paljon alkukauden satoa. Tiloja oli noin puolet vuoden 2017 tiloista, 39 kpl, mutta alue oli maantieteellisesti pääosin sama. Alueellista edustavuutta lisättiin keräämällä näytteet myös Ahvenanmaalta kahdelta tilalta. Vuosien 2017 ja 2018 kasvukaudet edustivat sääoloiltaan ääripäitä: kesä 2017 oli viileä ja sateinen ja kesä 2018 kuuma ja kuiva. Erilaiset kosteusolot antoivat siten arvokasta tietoa kasvukausien vaikutuksesta menetelmän luotettavuuteen ja aineistojen SIRA-profiileihin.

Tulosten varmistamiseksi projektille saatiin vuosi jatkoaikaa. Vuonna 2019 näytteenotossa keskityttiin selvittämään eri kasvatusmenetelmien vaikutusta: näytteitä otettiin saman tilan eri ikäisistä istutuksista eri aikoina sekä tunnelikasvatuksesta, yhteensä yhdeksältä tilalta. Otantaa täydennettiin seitsemällä tilalla maantieteellisen kattavuuden parantamiseksi vuosivaihtelun määrittämistä varten. Lisäksi otettiin näyte Virossa kuudelta tilalta.

Kaikkiin valittuihin viljelijöihin otettiin ennakolta yhteyttä, tiedotettiin hankkeesta ja sovittiin suunniteltu näytteenottoaika. Aikoja muutettiin tarvittaessa sadon kypsymisen mukaan. Luonnonvarakeskuksesta kiersi kaksi henkilöä mansikantuotantoalueitamme kesä-elokuussa vuosina 2017-2019, keräsi näytteitä ja lähetti päivittäin Ruokavirastoon, josta ne toimitettiin edelleen pakastettuina analysoitaviksi. Viljelmiltä kerättiin myös näytteet kasteluvedestä. Lisäksi kerättiin joko näytteenoton yhteydessä tai puhelimitse myöhemmin tiedot viljelyolosuhteista, lannoituksesta, maan ravinneanalyseista, kasteluveden alkuperästä, yms.

Lähes kaikista ennalta valituista näytepisteistä saatiin marjanäytteet analysoitavaksi. Rinnakkaiset mansikkänäytteet kerättiin jokaiselta tilalta yhden lohkon kolmesta kohdasta, yhteensä yhdeksän noin puolen litran erää: kolme isotooppimäärityksiin (Agroisolab), kolme alkuainemäärityksiin (Ruokavirasto) ja kolme säilytettäväksi mahdollisia lisämääritystarpeita varten (Luke).

Vuosina 2017-2018 maakunnista eniten tiloja näyteotannassa oli Pohjois-Savossa, josta v. 2017 kerättiin näytteitä 11 tilalta ja v. 2018 seitsemältä tilalta. Toiseksi eniten näytteitä kerättiin Keski-Suomesta ja Pohjois-Karjalasta, v. 2017 kahdeksalta tilalta ja v. 2018 neljältä tilalta molemmissa maakunnissa. Yli puolet näytteistä oli Polka-lajiketta, toiseksi runsaampana oli lajike Honeoye. Lajike saattoi vaihdella, koska tiedettiin, että se ei merkittävästi vaikuta pysyvien isotooppien suhteisiin. Vuonna 2019 viljelymenetelmien vaikutusta selvittäessä näyteotanta painottui eteläiseen Suomeen.

### 3.1.2 Pysyvien isotooppien määrittäminen

Määrittäminen Agrosolabin analyysilaboratoriossa sisälsivät useiden alkuainemuotojen isotooppisuhteet. Pakastetuista näytteistä tehtiin isotooppianalyysit eristetyille solukkovedelle ja kuiva-aineelle. Solukkovesi eristettiin pakkaskuivaamalla näytteen fraktioitumisen välttämiseksi, ja vesinäytteestä analysoitiin happi ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) ja vety (D/H). Kuiva-aines jauhettiin ja uutettiin liuottimilla. Siitä analysoitiin happi ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), vety (D/H), hiili ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), rikki ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) ja typpi ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ). Analyysit tehtiin seuraavilla menetelmillä: EA-IRMS ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  ja  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  kuiva-aineesta), pyrolyysi-EA-IRMS ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ja D/H kuiva-aineesta), ns. EA-Chrom-IRMS (D/H solukkovedestä) ja ns. head space equilibrium-IRMS ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  solukkovedestä). Tulokset laskettiin Agrosolabin omia standardeja vasten, jotka on korjattu kolmea kansainvälistä referenssimateriaalia vasten. Analyysien keskihajonta oli vedyn analyysille <4,0 % ja muille analyysille <0,6 %.

Mansikkanäytteitä kerätessä otettiin myös kasteluvesinäytteet kaikilta tiloilta näytteenoton yhteydessä. Kasteluvesinäytteet ovat pakastettuina, ja niistä on tarkoitus analysoida vedyn ja hapen isotooppisuhteet (D/H ja  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ).

### 3.1.3 Alkuaineiden pitoisuuksien määrittäminen

Alkuaineprofiilin muodostavat alkuaineet määritettiin Ruokaviraston akkreditoituilla menetelmillä Evira 8128 "Alkuaineiden määrittäminen eläinperäisistä näytteistä, elintarvikkeista ja rehuvalmisteista ICP-MS-tekniikalla" ja Evira 8143 "Alkuaineiden määrittäminen elintarvikkeista ICP-OES-tekniikalla", jotka validoitiin vastaamaan tutkimuksen tarpeita. Menetelmien validointiparametrit olivat: havaitsemis- ja määrittämissrajat, oikeellisuus, toistettavuus, uusittavuus, mittausepävarmuus, lineaarisuus, spesifisyys, selektiivisyys ja stabiilisuus. Määritettävät alkuaineet valittiin esikokeiden perusteella skannaamalla muutaman erilaisen mansikkanäytteen alkuainekoostumus.

Näytteet esikäsiteltiin analyysijä varten märkäpolttamalla näytteet mikroaaltoavusteisesti. Mansikoista määritettiin yhteensä 20 alkuainetta edellä mainituilla kahdella eri mittaustekniikalla. ICP-OES-menetelmällä määritettiin suuremmat alkuainepitoisuudet eli boori (B), fosfori (P), kalium (K), kalsium (Ca), natrium (Na), magnesium (Mg) ja rikki (S). ICP-MS-menetelmällä määritettiin arseeni (As), barium (Ba), kadmium (Cd), koboltti (Co), kupari (Cu), litium (Li), lyijy (Pb), mangaani (Mn), molybdeeni (Mo), nikkeli (Ni), rubidium (Rb), strontium (Sr) ja sinkki (Zn).

### 3.1.4 Ryhmittelyanalyysi: määrittämisen tilastollinen käsittely

Viitetietokannat perustuvat siihen, että näytteestä määritetään useampi muuttuja, joiden suhteelliset osuudet tilastollisen analyysin perusteella kuvaavat joukkoa, johon näyte kuuluu. Muuttujia voivat olla esimerkiksi pysyvien isotooppien suhteelliset osuudet tai usean alkuaineen suhteelliset osuudet tai näiden yhdistelmä. Tulos on todennäköisyys sille, että näyte kuuluu tai ei kuulu joukkoon. Analyysijä täytyy tehdä useasta muuttujasta, jotta saadaan selville nimenomaan niiden suhteelliset osuudet näytteessä, ei niinkään absoluuttisia arvoja. Tilastollinen laskenta voidaan tehdä usealla eri tavalla riippuen esimerkiksi siitä, saadaanko analyysituloksia vain suomalaisesta mansikasta vai onko käytössä myös luotettavasti kerättyjä



ulkomaisten mansikoiden näytteitä. Yhdistämällä alkuaineiden pitoisuusaineistoa isotooppiaineiston kanssa on mahdollista saavuttaa erittäin tarkasti ennustavia malleja (Camin ja muut 2012).

## **3.2 Keskeiset tulokset**

### **3.2.1 Mansikkanäytteet viitetietokantoihin**

Viitetietokantoja varten marjoja kerättiin kolmena vuotena, jotka poikkesivat toisistaan hyvin paljon lämpöoloiltaan ja sateisuudeltaan. Vuoden 2017 kasvukausi oli kylmä ja monin paikoin hyvin sateinen. Vuonna 2018 puolestaan kuivuus ja helteet ylsivät uusiin ennätyksiin. Vuonna 2019 keväällä ja alkukesällä oli lämpimiä kausia mutta heinäkuu oli osin viileä. Viljelijälle kaudet olivat hankalia mutta isotooppitutkimuksen näkökulmasta eri olosuhteet antoivat arvokasta tietoa tietokannan kehittämiseksi ja menetelmän toimivuuden varmistamiseksi erilaisina kesinä.

Kasvukaudella 2019 hankkeen lisäajan myötä saatiin kerättyä näytteitä ja tehtyä isotooppi- sekä alkuainemäärytyksiä eri-ikäisistä kasveista ja erilaisista viljelymenetelmistä: monivuotisen kasvuston lisäksi marjoja kerättiin kasvutunneliviljelystä ja samana vuonna istutetuista satotaimista. Lisäksi pystyttiin keräämään joitakin näytteitä Virosta.

Kolmena vuonna saatiin kerättyä huomattavan laajasti Suomea edustavat mansikkanäytteet. Kerätyistä suomalaisten mansikoiden isotooppisuhteista tehdystä viitetietokannasta saatiin niin kattava, että pilotoinnin perusteella sitä voidaan käyttää valvonnan tarpeisiin, kun halutaan selvittää, onko kyse suomalaisesta mansikasta. Alkuaineprofiiliin liittyvän tietokannan tilastolliset analyysit ovat vielä kesken, mutta on oletettavaa, että näytemäärä on riittävä, niin että sitä voidaan käyttää itsenäisesti tai tukemassa isotooppisuhteista tehtyä tietokantaa.

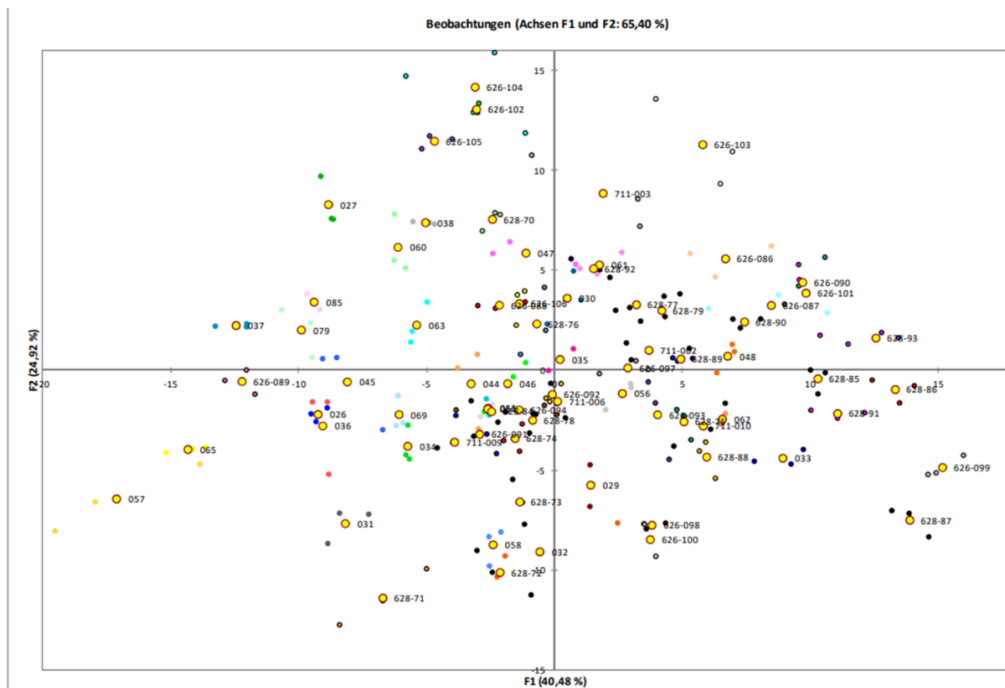
Viitetietokantaa on suosituksena päivittää vuosittain muutamalla, vähintään noin kymmenellä näytteellä, sillä esimerkiksi ilmasto-olosuhteiden muuttuessa arvot jonkin verran muuttuvat.

### **3.2.2 SIRA-analyysit: pysyvien isotooppien suhteet**

Jo vuoden 2017 tulokset osoittivat, että isotooppianalyysien avulla tuotettu suomalaisen mansikan viitetietokanta saadaan toimivaksi: Agroisolabin tekemän tilastollisen analyysin perusteella suomalaiset näytteet ryhmittyvät selvästi omaksi joukokseen (Kuva 2).

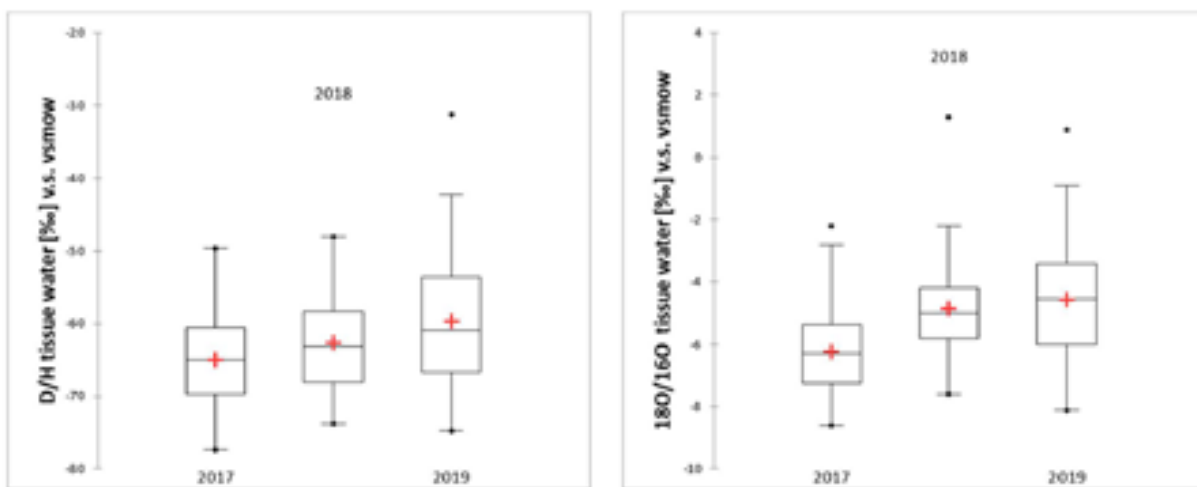
Agroisolabilla oli käytössään muutamasta maasta tehdyt mansikan viitetietokannat, joita se pystyi käyttämään laskennassa hyväkseen. Vuoden 2018 tulosten perusteella suomalaiset mansikat ryhmittyivät edelleen omaksi ryhmäksi, vaikka ryhmän keskipiste oli hieman siirtynyt vuodesta 2017. Muutaman näytteen tulokset poikkesivat selvästi joukosta, ja koska haluttiin selvittää syy tähän, kolmantena vuonna keskityttiin ottamaan näytteitä eri ikäisistä kasvustoista ja eri viljelytavoista, jotta viitetietokannasta saataisiin mahdollisimman kattava ja luotettava.

Vuoden 2017 näytteiden tuloksien perusteella suomalainen mansikka voitiin jo todentaa suomalaiseksi. Tulos perustui hankkeen keräämiin 222 marjanäytteeseen 73 keräyspaikalta. Agroisolabin tietokantojen perusteella esimerkiksi kiinalainen mansikka voitiin osoittaa varmasti ei-suomalaiseksi. Myös puolalaisen ja ruotsalaisen mansikan osalta osoitusvarmuus ko. laboratorion hallussa olevien ja määrittämien näytteiden osalta todettiin hyväksi Vuosien 2018 ja 2019 isotooppianalyysit ovat edelleen parantaneet määrittämisvarmuutta.

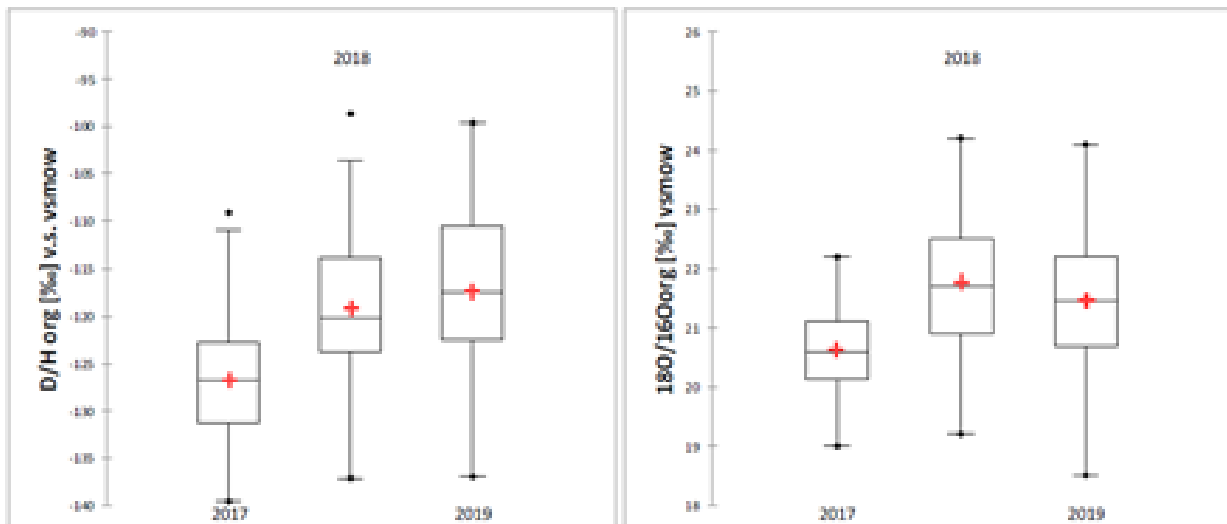


Kuva 2. Vuonna 2017 kerättyjen mansikkanäytteiden ryhmittäminen isotooppianalyysoitujen tulosten perusteella. Näytenumero kuvaa yhtä marjatila, josta kolme rinnakkaisnäytettä (samanväriset pisteet). Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista.

Mansikasta eristetystä soluvedestä analysoidut vedyn ja hapen isotooppisuhteet ( $D/H$  ja  $^{18}O/^{16}O$ ) olivat molemmat matalammat vuonna 2017 kuin vuosina 2018 tai 2019 (Kuva 3). Vuosi 2017 oli huomattavasti sateisempi ja kylmempi kuin vuodet 2018 ja 2019. Lämpötilan noustessa ja sademäärien pienentyessä haihduttaa kasvi ensin kevyempää vettä (kevyempää happea ja vetyä), minkä seurauksena kasviin jäljelle jäävä  $d^{18}O$ -happi ja D-vety (deuterium) alkavat rikastua (Flanagan ja muut 1991). Tämä selittää kuumen kesän 2018 ja myös vuoden 2019 näytteiden rikastuneita arvoja, koska vuonna 2019 mukana oli useita näytteitä kasvutunneleista. Sama ilmiö näkyy myös mansikan kuiva-aineen proteiineista tehdyistä hapen ja vedyn isotooppianalyyseista (Kuva 4). Solukovedessä vedyn  $D/H$ -isotooppisuhteiden erot ovat kuitenkin hyvin pienet vuosien 2017 ja 2018 välillä, joten sitä voidaan pitää tärkeänä alkuperää kuvaavana tekijänä isotooppianalyyseissa.

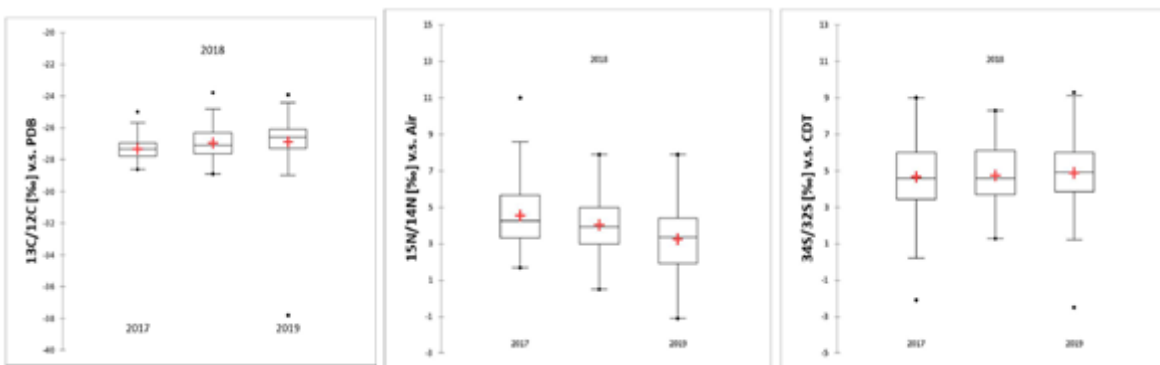


Kuva 3. Soluvedestä analysoidut  $D/H$  ja  $^{18}O/^{16}O$ . Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista. Kuvissa keskiarvot (punainen +-merkki), mediaani (vaakajana) ja laatikon sisällä 50 % havainnoista kaikista hankkeen keräämistä referenssimansikoista eri vuosilta.



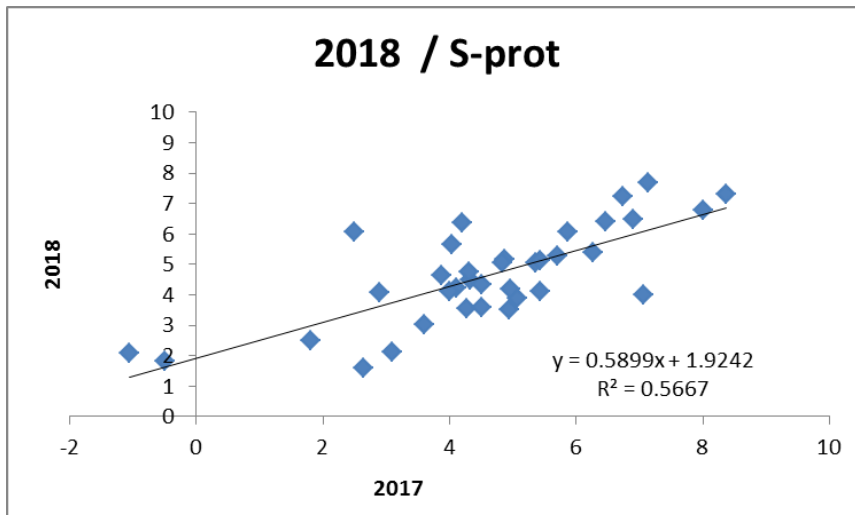
Kuva 4. Mansikan kuiva-aineen (proteiinista) analysoidut D/H ja  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista. Kuvissa keskiarvot (punainen +-merkki), mediaani (vaakajana) ja laatikon sisällä 50 % havainnoista kaikista hankkeen keräämistä referenssimansikoista eri vuosilta.

Mansikan proteiineista määritettiin hiilen, typen ja rikin isotooppisuhteet ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ja  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) vuosilta 2017 - 2019 (Kuva 5). Mansikka on yhteyttämistyyppiltään niin sanottu C3-kasvi, ja hiilen isotooppisuhte näyttääkin näytteissä tyypilliseltä C3-kasvin isotooppijakaumalta (-20 - -37 ‰; Kohn 2010) usean vuoden keskiarvon ollessa noin -27 ‰.



Kuva 5. Mansikan siemenistä (proteiinista) analysoidut  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ja  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ . Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista. Kuvissa keskiarvot (punainen +-merkki), mediaani (vaakajana) ja laatikon sisällä 50 % havainnoista kaikista hankkeen keräämistä referenssimansikoista eri vuosilta.

Typen isotooppisuhte oli hieman korkeampi (+4,5 ‰) vuonna 2017 kuin vuonna 2019 (+3,2 ‰). Mineraalilannoitteet valmistetaan perinteisesti ns. Haber-Bosch-menetelmällä ilmakehän  $\text{N}_2$ -kaasusta, jonka isotooppisuhteen arvo on noin 0 ‰. Synteettisten lannoitteiden typen isotooppijakauma vaihtelee välillä -2 - +2 ‰, kun taas orgaanisten typpilannoitteiden isotooppisuhte typelle on noin +9 ‰ (Bateman ja Kelly 2007). Lannoitetuloksiin verrattuna kaikkien mansikkanäytteiden typen isotooppijakauma kallistuu synteettisiin lannoitteisiin. Kun italialaisista, puolalaisista ja romanialaisista viljellyistä marjoista määritettiin typen isotooppijakaumaa, orgaanisen lannoituksen saaneiden mansikoiden typen isotooppisuhte oli keskimäärin +3,5 ‰ kun taas synteettisten mansikoiden typen isotooppisuhte oli noin -1,5 ‰ (Perini ja muut 2018). Suomessa havaittu vuosien ero johtunee siitä, että vuonna 2019 näytteitä otettiin enemmän kasvutunneleista, joissa kasvit kasvoivat irti maaperästä ja lannoitettiin mineraalilannoitein.

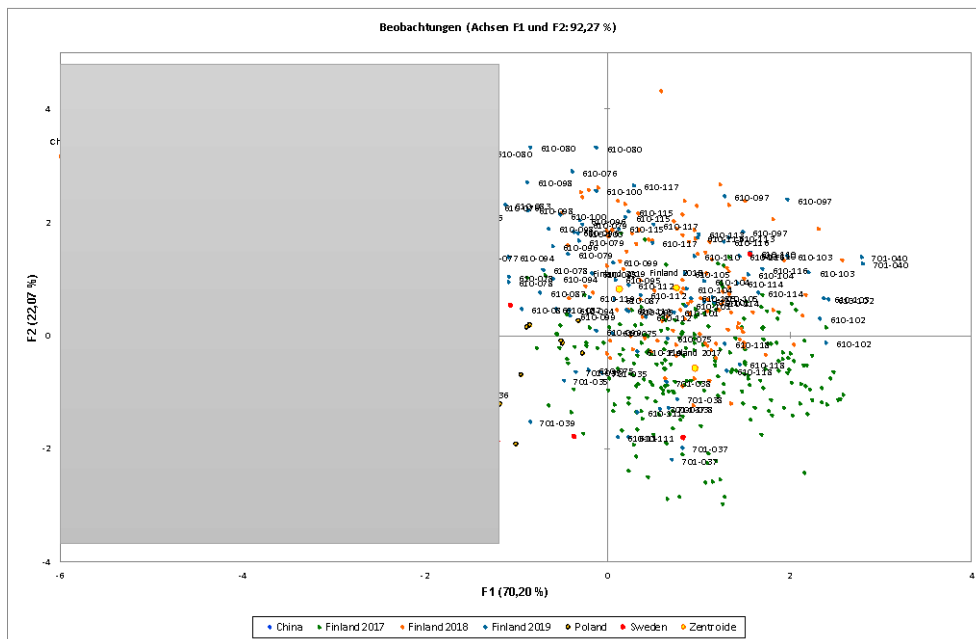


Kuva 6. Rikin isotooppien jakaumien välinen suhde vuosien 2017 ja 2018 näytteissä.

Mansikoiden rikin isotooppisuhde muodostuu maaperän paikallisesta geologiasta sekä käytetystä rikkilannoitteesta. Proteiinista määritetyn rikin isotooppisuhteiden vaihtelu oli erittäin vähäistä eri vuosien välillä (Kuva 6), kuvastaen ensisijaisesti paikallista geologiaa sekä käytettyjä rikin lannoitelähteitä.

Isotooppien suhteiden perusteella pystyttiin myös erottamaan eteläisestä Virossa kerätyt näytteet suomalaisista.

Ryhmittelyanalyysin kuvaaja osoitti, että kolmena vuonna kerätyt suomalaiset näytteet ryhmittyvät huomattavan samankaltaisesti (Kuva 7). Ne myös erottuivat hyvin analyysilaboratorion käytettävissä olleista ulkomaisista mansikkanäytteiden arvoista.



Kuva 7. Ryhmittelyanalyysin tulokset kerätyistä suomalaisista näytteistä vuosilta 2017-2019. Kuva adaptoitu Agroisolabin tulosraportista. Peitetyn alueen sisällä on tämän hankkeen ulkopuolelle jäävää tietoa ulkomaisista mansikkanäytteistä.

### 3.2.3 Alkuainepitoisuudet

Mansikoiden alkuainepitoisuuksia määritettiin kahdella eri menetelmällä: hyvin pienet pitoisuudet määritettiin ICP–MS-tekniikalla ja hieman suuremmat pitoisuudet ICP–OES-tekniikalla. Molemmat menetelmät on akkreditoitu SFS-EN 17025 mukaisesti. Menetelmien määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on koottu Taulukkoon 1.

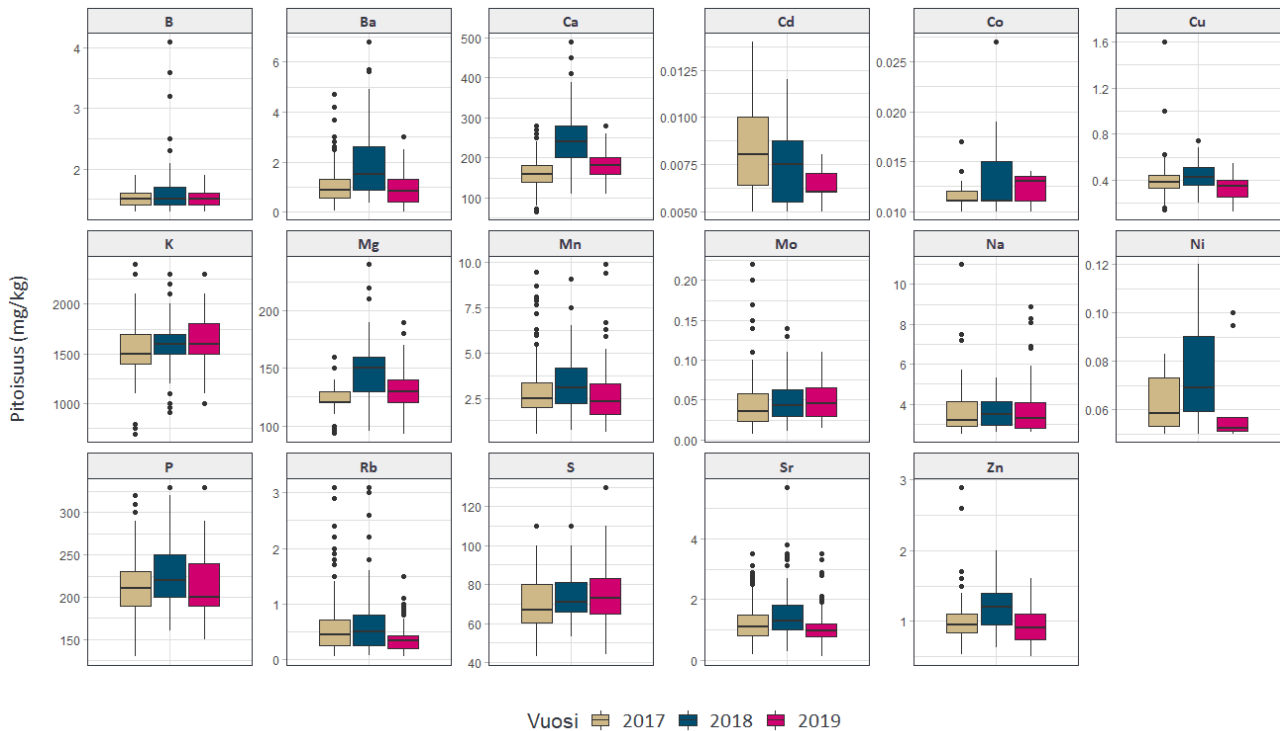
Taulukko 1. Alkuainepitoisuuksien määrittämenetelmien määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet.

Alkuaine	Määrittämisraja mg/kg	Mittausepävarmuus %
Arseeni (As)	0,010	15
Barium (Ba)	0,025	35
Boori (B)	1,3	35
Fosfori (P)	5,0	25
Kadmium (Cd)	0,0050	15
Kalium (K)	25	20
Kalsium (Ca)	2,5	25
Koboltti (Co)	0,010	40
Kupari (Cu)	0,10	15
Litium (Li)	0,010	25
Lyijy (Pb)	0,010	45
Magnesium (Mg)	1,3	30
Mangaani (Mn)	0,10	20
Molybdeeni (Mo)	0,0050	30
Natrium (Na)	2,5	30
Nikkeli (Ni)	0,050	40
Rikki (S)	5,0	20
Rubidium (Rb)	0,010	20
Sinkki (Zn)	0,20	25
Strontium (Sr)	0,010	15

Mansikat sisälsivät määritetyistä alkuaineista ylivoimaisesti eniten kaliumia. Myös fosforia, kalsiumia, magnesiumia ja rikkiä oli suuria pitoisuuksia verrattuna muiden määritettyjen alkuaineiden pitoisuuksiin. ICP–MS-tekniikalla määritetyistä alkuaineista suurimmat pitoisuudet määritettiin mangaanista, strontiumista, bariumista, sinkistä, rubidiumista, kuparista ja molybdeenista. Joitakin alkuaineita mansikoissa

oli vain hyvin pieniä määriä: kaikki arseenin ja litiumin sekä osa boorin, natriumin, kadmiumin, koboltin, nikkelin ja lyijyn määrittystuloksista jäivät alle määrittysrajojen.

Kuvassa 8 on esitetty mansikkanäytteiden alkuainetulosten vaihtelua eri vuosien välillä. Kuvassa ei ole esitetty arseenin, lyijyn ja litiumin tuloksia, koska tulokset olivat arseenin ja litiumin osalta kaikki alle määrittysrajan. Lyijyn tuloksista vain hyvin pieni osa oli määrittysrajan yläpuolella. Kuvajajissa on huomioitu ainoastaan määrittysrajan ylittävät tulokset.



Kuva 8. Mansikkanäytteiden alkuainetulosten vaihtelu vuosina 2017-2019.

Kadmiumin ja lyijyn pitoisuuksille on komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 muutoksineen asetettu suurin sallittu enimmäismäärä mansikalle, joka on kadmiumille 0,050 mg/kg tuorepainoa (tp) ja lyijylle 0,10 mg/kg tp. Kaikki mansikoiden Cd- ja Pb-tulokset olivat alle näiden rajojen.

### 3.3 Toteutusvaiheen arviointi

Hankkeen toteuttamista ja edistymistä edesauttoi suuresti se, että mansikan tuottajat olivat erittäin myönteisiä sille ja se koettiin tärkeäksi. Näin näytemarjojen saanti oli ongelmaton. Haasteena olivat vuosittain vaihtelevat kasvukaudet, jolloin marjojen keräämisen aikataulutus oli työlästä. Lyhyt marjakausi ja laaja viljelyalue, joka haluttiin näyteenotossa kattaa, vaativat näytteiden kerääjiltä ajoittain pitkiä työpäiviä ja ajomatkoja. Keskitetty marjojen kerääminen teki kuitenkin mahdolliseksi täysin varmistetun marjojen alkuperän.

SIRA-analyyssien suorittajan, Agroisolab GmbH:n käytössä on vastaavia mansikan analyysituloksia myös muista maista. Erityisesti Ruotsin ja Puolan mansikoiden tulokset ovat hyvin käyttökelpoisia selvitetessä suomalaisena markkinoitavien marjojen alkuperää. Näihin tuloksiin verrattaessa voitiin osoittaa, että suomalainen mansikka muodostaa SIRA-analyyssien tulosten perusteella oman ryhmänsä, jonka erottuminen on esimerkiksi selkeämpää kuin edellisten maiden vastaavat arvot keskenään. Kotimaisten mansikoiden SIRA-analyyssien tuloksia voitiin verrata myös ko. laboratorion hallussa oleviin, mm. kiinalaisten tai Välimeren alueen mansikoiden arvoihin osoittaen selkeä erottuminen niistä.

Vuoden 2018 näytteiden otto toi esiin odottamattoman tuloksen, jonka merkitys analyysitulosten käyttökelpoisuuteen oli syytä selvittää: nuoren ulkomailla kasvatetun satotaimen tuottamien marjojen isotooppi profiili poikkesi kaikista muista suomalaisista, vanhemmista kasveista otetuista näytteistä. Marjojen analysointia oli syytä laajentaa, ei maantieteellisesti vaan kattamaan eri-ikäisiä kasveja ja erilaisia viljelytapoja ja -satokausia. Hankkeelle saatiin MMM:stä vuoden jatkoaika. Lisämääritykset osoittivat, että havaituille eroavaisuuksille SIRA-profiileissa löytyi selitys näytteiden ottoaikaan ja viljelmän kasteluun liittyvistä tekijöistä. Menetelmä siis osoittautui soveltuvaksi alkuperän selvitykseen, mutta huomioon on tarvittaessa otettava muita taustatekijöitä.

Hanke toi huomattavasti kokemusta ja uutta tietoa pysyvien isotooppien suhteiden ja alkuainepitoisuuksien määritysten hyväksikäytöstä elintarvikkeiden aitouden määrittämiseen. Myös kehitettävää löytyi: alkuaineiden pitoisuuksien määrittämiseksi mansikan marjanäytteet olisi vastaisuudessa syytä kuivata näytteiden valmistuksen yhteydessä, jotta alkuaineiden pitoisuudet eivät jäisi alle määritysrajojen.

Koska Ruokaviraston ja Luken analyysilaitteisto ja määritysvalmius ovat hankkeen aikana lisääntyneet, pystyy Ruokavirasto tulevaisuudessa tekemään itse kyseisiä analyyseja valvontaan liittyen. Luken tilastotieteilijöiden työn alla oleva analyysimallin kehittäminen, jota vielä tehdään säätiörahoituksella, varmistaa hankekumppanien jatkuvaa yhteistyötä tämän toiminnan piirissä. Myös vuotuisen vaihtelun esille tuovien vuosittain otettavien näytteiden kerääminen on syytä järjestää joko viljelijäjärjestöjen tai alkutuotannon valvonnan kautta. Menetelmän käyttöä olisi vastaisuudessa myös hyvä laajentaa muiden elintarvikkeiden alkuperän selvittämiseen Suomessa.

### **3.4 Julkaisut**

#### **3.4.1 Tiedonvälitys**

Hankkeen viestintä alkoi heti hankepäättöksen jälkeen (viljelijätilaisuudet, Prisma-studio TV:ssä). Viestinnässä toimivat aktiivisesti kaikki osallistujat. Marjantuottajajärjestöt, SavoGrow Marjaosaamiskeskus, Ruokavirasto ja Luonnonvarakeskus käyttivät omia tiedonvaihtokanaviaan yhdessä tehtyjen tiedotteiden levittämiseen. Erityisesti alkuvaiheessa viestittiin marjantuottajille käynnistyneestä hankkeesta.

Hanketta on esitelty toimijaosapuolten tilaisuuksissa, niiden kotisivuilla sekä eri marja-alan kehittämishankkeiden tiedotusverkostoissa. Hanketta ja sen tuloksia esiteltiin osallistuvien yhteisöjen sidosryhmille, tuottajajärjestöjen tilaisuuksissa, puutarha-alan messuilla ja muissa tilaisuuksissa. HML:n luentopäivillä hankkeesta on pidetty kolme esitystä.

Hankkeesta laadittiin myös mediatiedotteita, koska pidettiin erittäin tärkeänä, että tiedotuksella kohdataan sekä kuluttajat että marjojen markkinointiketjut. Mediatiedotteita tehtiin kolme ja ne lähetettiin Ruokaviraston kautta. Hankkeelle on kertynyt useita kymmeniä mediaosumia, mukaan lukien monia valtamedioita, mm. Yle, MTV-Uutiset, Aamulehti, Etelä-Suomen Sanomat, Helsingin Sanomat, Hämeen Sanomat, Ilkka, Kainuun Sanomat, Karjalainen, Lapin Kansa, Pohjalainen, Turun Sanomat, Talouselämä, Iltalehti, Keskisuomalainen (pääkirjoitus), Maaseudun Tulevaisuus, Satakunnan Kansa, Savon Sanomat, Puutarha-Sanomat.

Myös STT teki hankkeesta mediajulkaisun. Hankkeesta on levinnyt tietoja myös kansainvälisesti ja nettivälitteisesti, esim. FOODnavigaor.com, TheWorldNEWS.net, SVT Uutiset, Ruotsi (S. Karhu TV-haastattelu 23.7.2019).

Hankkeesta on valmistumassa pro gradu -tutkielma otsikolla "Water isotope ratio analysis and extraction by cryogenic vacuum extraction from strawberries" Helsingin yliopiston Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan Elintarvikekemian koulutusohjelmasta.

Hankkeesta on suunnitteilla tieteellinen artikkeli, jossa kuvataan viitetietokantojen kehittäminen suomalaiselle mansikalle. Tieteellisesti uutta siinä on varsinkin alkuaineiden pitoisuuksien käyttö

viitetietokannan luomisessa. Lisäksi valmistelun alla on kirjoituksia elintarvikealan ja puutarha-alan ammattilehtiin.

### 3.4.2 Esitelmät ja posterit

Karhu S., Rantanen M., Hellstén J., Villberg A., Venäläinen E.-R., Mykkänen S., Rokka M., Welling A. & Nieminen J. Mansikan alkuperä saadaan selville. Lepaa 2018 -näyttely. 16.–18.8.2018.

Nieminen J. 2017. Marjojen hivenaineet - uusi työkalu alkuperäaitouden selvittämiseen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.-21.11.2017.

Nieminen J. 2018. Analyysimenetelmiä mansikan aitouden määrittämiseen. Kasvisten alkuperän valvontahankkeen loppuseminaari, Helsinki 6.4.2018.

Rantanen M. & Karhu S. 2017. Mansikan alkuperätutkimuksen (isotooppitutkimuksen) ensimmäisen vaiheen kokemukset. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.–21.11.2017.

Rantanen M., Karhu S. Hellsten J., Rapo A., Welling A & Nieminen J. Mansikan koostumus kertoo alkuperämaan. Posterit. Lepaa 2019 -näyttely. 15.–17.8. 2019.

Rantanen M., Karhu S., Nieminen J., Villberg A. & Welling A. 2018. Mansikan alkuperätutkimuksen (isotooppitutkimuksen) toisen vaiheen kokemukset. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2018, Tampere 19.-20.11.2018

Welling A. 2019. Monimuuttujamenetelmät mansikan alkuperän todentamisessa. Ruokaviraston tutkimusseminaari, Helsinki, 9.1.2019.

Welling A. 2019. Marjojen alkuperä - isotooppitutkimukset. Ruokaviraston Elintarvikevalvojen koulutuspäivät, Jyväskylä, 14.2.2019

### 3.4.3 Kirjalliset julkaisut

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Mansikan alkuperäharhautukset kuriin. Tiedote 12.6.2017.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Mansikan maantieteellinen alkuperä aina selvitettävissä. Tiedote 4.6.2018.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Jordgubbars geografiska ursprung går alltid att ta fram. Tiedote 4.6.2018.

Finnish Food Authority. New method for inspecting the origins of strawberries. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/en/laboratory-services/News/new-method-for-inspecting-the-origins-of-strawberries/>

Karhu S., Hellsten J., Rantanen M., Salo H. & Koponen L. 2017. Alkuperäharhautukset kuriin – kehitämme työkalun mansikan alkuperän määrittämiseen. Tiedote Hedelmän ja Marjanviljelijäin liitto ry:n ja Suonenjoen seudun marjanviljelijäin yhdistys ry:n jäsenille.

Livsmedelsverket. Ny övervakningsmetod säkerställer jordgubbens ursprung. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/sv/laboratorietjanster/aktuellt-om-laboratorietjanster/ny-overvakningsmetod-sakerstaller-jordgubbens-ursprung/>

Luonnonvarakeskus (Luke). Luke Lepaalla 2018: puutarhatuhoajat, lannoitus, mansikan alkuperätutkimus, puutarha-alan kannattavuus. <https://www.luke.fi/uutinen/luke-lepaalla-2018-puutarhatuhoajat-lannoitus-mansikan-alkuperatutkimus-puutarha-alan-kannattavuus/>

Nieminen J. 2017. Marjojen hivenaineet - uusi työkalu alkuperäaitouden selvittämiseen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.-21.11.2017. 1 s.



Rantanen M. & Karhu S. 2017. Alkuperäharhautukset kuriin – työkalu kasvitutkimuksen määrittämiseen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.-21.11.2017. 1 s.

Rantanen M. & Karhu S. 2018. Mansikkaa aidosti. Puutarha&kauppa 22 18/2018: 22.

Rantanen M., Karhu S., Nieminen J., Villberg A. & Welling A. 2018. Mansikan alkuperätutkimuksen (isotooppitutkimuksen) toisen vaiheen kokemukset. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2018, Tampere 19.-20.11.2018. 2 s.

Ruokavirasto. Uusi valvontamenetelmä varmistaa mansikan alkuperän. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/ajankohtaista-laboratoriopalveluista/uusi-valvontamenetelma-varmistaa-mansikan-alkuperan/>

## 4. Tulosten arviointi

### 4.1 Tulosten soveltaminen käytäntöön

Hankkeen tuloksena syntyi viitetietokanta suomalaisten mansikoiden isotooppisuhteista. Tämä on viranomaisten käytettävissä alkuperäväärennösten paljastamiseksi ja tarkastamiseksi. Tavoitteena oli, että mansikantuottajista saadaan hankkeeseen 5 % eli joka 20. mansikkatila läpi koko tuotantoalueen. Näytteitä saatiin otettua jopa yli tämän tavoitteen, 7 % viljelmistä eli joka 14. suomalaiselta kaupalliselta viljelmältä. Hanketoimijoilla ei ole tietoa vastaavan laajuudesta mansikan viitetietokannasta missään muussa valtiossa. Järjestelmän kehittämiseen osallistui mansikantuottajia koko viljely-Suomesta, joten kyseessä oli samalla harvinaislaatuisten laajan tuottajayhteisön yhteistyön kehittäminen ja koordinointi.

Näköhavaintojen perusteella hankkeen viestintä on jo vaikuttanut mansikoiden markkinointitapoihin; Ylen uutisoidessa hankkeen alkamisesta vuonna 2017 kotimaisina markkinoitavien mansikoiden tarjonta väheni mansikkakauden alussa äkillisesti.

#### 4.1.1 Alkuperän määrittäminen elintarvikevalvonnan näytteistä

Kuluttajien lisäksi kaupan ja elintarvikkeita jalostavan teollisuuden on saatava olla varma, että tuotteella on oikeat alkuperäistiedot. Tämä edellyttää, että alkuperää voidaan valvoa ja se voidaan luotettavasti määrittää. Tuotteiden alkuperän jäljitettävyyden ja alkuperäisyyden ovat markkinatekijöitä, joiden luotettavuuden menetys voi johtaa suuriin kaupallisiin menetyksiin elintarvikeketjussa (Galimberti ja muut 2013)

SIRA-analyysimenetelmä kehitettiin elintarvikevalvonnan tarpeisiin ja jo varhaisessa vaiheessa haluttiin luoda toimintatavat virallisten valvontanäytteiden ottamiseen ja analysoimiseen, sekä siihen, miten tuloksia voidaan käyttää valvonnan työkaluna. Vuonna 2018 Helsingin ja Lahden kunnalliset elintarvikevalvontayksiköt ottivat mansikkänäytteitä myyntitilanteista ja ne lähetettiin analysoitavaksi Agroisolabiin marjojen alkuperän määrittämiseksi hyödyntäen vuosina 2017-2018 kerättyä aineistoa. Ensimmäisen vuoden pilottivalvontanäytteiden analyysit maksettiin projektin toimesta. Vuonna 2019 Helsingin ja Lahden lisäksi valvontanäytteitä otettiin myös muiden kuntien alueilla. Näytteet lähetettiin Ruokaviraston toimesta kuivajäihin pakattuna analysoitavaksi Agroisolabiin ja sovittiin, että tulokset lähetetään Ruokaviraston laboratorioon, josta ne toimitetaan viipymättä näytteen lähettäjälle. Todettiin, että näytteiden lähettäminen on tehokkaampaa keskitetysti ja jos tulokset olisivat epäselvät, Ruokaviraston laboratorio voisi auttaa jatkoselvityksessä.

Agroisolabilla on vakiintuneet toimintatavat ja nyt käytössään suomalaisen mansikan viitetietokanta sekä lisäksi useasta muusta maasta kerätyt tietokannat. Tämän vuoksi se pystyy kertomaan, millä todennäköisyydellä mansikka on peräisin Suomesta. Tämän lisäksi, jos näyttää siltä, että kyse ei ole suomalaisesta mansikasta, se pystyy ryhmittelemään näytteet muutaman muun maan alueelle tai näiden ulkopuolelle. Tulokset saadaan todennäköisyyksinä tilastollisen laskennan jälkeen, ja Agroisolab jakaa todennäköisyydet kolmeen luokkaan: Näytteen alkuperä on aito, kun arvo on yli 98 %, näyte on

todennäköisesti alkuperältään aito, kun arvo on 66-98 % ja epäilyttävä silloin, kun arvo on alle 66 %. Viimeisessä tapauksessa näytteestä tarvitaan lisäselvityksiä. Varmuudella väärin alkuperältään merkityksi tuote luokitellaan, jos todennäköisyys kuulua kyseiseen alkuperään jää alle 2 % rajan.

Tulokset toimitettiin elintarvikevalvojille Ruokaviraston kautta ja tulokset olivat enimmäkseen hyvin selviä, jatkoanalyysijä ei tarvittu. Toimintatavat selkiytyivät, elintarvikevalvojen tietoisuus tästä uudesta alkuperämäärityksestä levisi ja näytteitä tuli enemmän seuraavana vuonna, kuntien elintarvikevalvonta myös maksoi analyysit itse.

Hankkeen päättyessä tietokanta on valmis ja siirrettävissä valvonnan käyttöön. Ruokavirasto ja Luke ovat myös hankkineet isotooppien analysoimiseen tarvittavaa laitteistoa, joten tulevaisuudessa näytteet voidaan analysoida Suomessa. Se, pystytäänkö myös alkuaineprofiilia käyttämään samalla tavalla viitetietokantana suomalaisen mansikan maantieteellisen alkuperän määrittämiseksi, vaatii vielä tilastollisen analyysin, joka saadaan valmiiksi syksyllä 2020. Uuttolinja veden erottamiseksi mansikoista on valmiina, ja vuonna 2020 tullaan validoimaan menetelmä pro gradu -työn puitteissa.

Viitetietokanta vaatii ylläpitoa, joten jatkossakin tulisi kerätä pieniä määriä vuotuisnäytteitä. Lähimaistamme esimerkiksi Viro suunnittelee samanlaisen työn aloittamista. Kansainvälinen yhteistyö tuokin suurta lisäarvoa alkuperäselvityksille, ja näin työ alkuperältään oikean mansikan ja kuluttajan oikeuksien varmistamiseksi jatkuu.

#### **4.1.2 Alkuperäaitouden merkitys kilpailukyvyllä**

Marjojen tuotannolla on huomattava merkitys maaseudun elinkeinoihin ja alueiden elinvoimaisuuteen. Lisäksi marjoja jalostetaan SME-yrityksissä tuotevalikoiman laajentuessa esimerkiksi erilaisiin pakasteisiin ja välipalajuomiin perinteisten mehujen ja hillojen lisäksi. Ne muodostavatkin osan ruokajärjestelmäämme, jossa tuotteiden alkuperä on kuluttajille enenevästi merkityksellinen.

Suomen marjatuotannon kannalta on tärkeää, että kuluttajien luottamus kotimaisen marjan laatuun säilyy. Suomalaiset kuluttajat ovat edelleen kiinnostuneita kotimaisista, paikallisesti tuotetuista mansikoista. Niiden etuina pidetään hyvää makua, lyhyttä kuljetusketjua ja vähäistä torjunta-aineiden käyttöä. Suomalaisten marjojen kotimainen kysyntä on toistaiseksi pysynyt hyvänä, mutta tuontimarjojen osuus on koko ajan lisääntymässä. Myös epäilyt marjojen alkuperästä ovat lisääntyneet. Marjoja myyvät ja jalostavat yrityksetkin ovat kokeneet suurena ongelmana sen, että mansikoiden alkuperää ei ole voitu luotettavasti määrittää.

Tämän hankkeen suunnittelu käynnistettiin marjaelinkeinojen edustajien aloitteesta. Sen toteuttamiseen osallistuivat useat tahot edustaen kotimaisen mansikan tuotantoa, kauppaa, jatkojalostusta, tutkimusta, neuvontaa ja viranomaisvalvontaa. Marjojen ja marjatuotteiden markkinointiin saatiin työkalu alkuperäväärennösten eliminoimiseksi ja paljastamiseksi. Tämä on erityisen tärkeää marjoja välittävälle kauppaportaalle ja ostavalle jatkojalostuselinkeinoille. Suomalaisille mansikantuottajille menetelmän käyttöönotto tulee lisäämään tuotannon kilpailukykyä, kun ulkomaista edullisempaa marjaa ei enää pystytä markkinoimaan suomalaisena. Kuluttajille menetelmän käyttöönotto antaa varmuuden siitä, että kotimaisia mansikkatuotteita ostettaessa alkuperään voi luottaa.

Alkuperältään aidot -hanke on siis ollut vahvasti elinkeino- ja kuluttajalähtöinen kehittämisprojekti, joka on kohdistunut mansikan maantieteellisen alkuperän osoittamiseen tarvittaviin toimiin Suomessa. Sen tavoitteena on kuitenkin myös ollut toimia pilotti- ja mallihankkeen tavoin. Elintarvikkeiden kaupan globalisoitumisen myötä tarve tässä hankkeessa toteutettujen kaltaisille alkuperätietojen analyyseille ja viitetietokantojen kehittämiselle on kasvanut (Christoph ja muut 2015; Laursen ja muut 2016). Jo alkuperäinen tavoite oli, että nyt kehitetty ja testattu toimintamalli voi toimia mallina muiden vastaavien viitetietokantojen kehittämiselle ja käytölle maassamme ja muissakin maissa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi luonnonmarjamme ja kasvikset ja niistä valmistetut tuotteet, pulloitettu vesi sekä vastaavasti eläinkunnan tuotteet, joiden alkuperän aitoutta on esimerkiksi Ruotsissa jo alettu hankkeessa käytetyin menetelmin analysoida.

Hankkeen lopullinen vaikuttavuus voidaan nähdä siinä, että ulkomaista edullisemmin tuotettua mansikkaa ei enää voida myydä suomalaisena ilman, että asia pystytään todistamaan ja voidaan ryhtyä tarvittaviin lainmukaisiin toimenpiteisiin. Tämä tuo mahdollisuudet pitää kotimaisen mansikan hinta sillä tasolla, jolle tuotantokustannukset sen asettavat, mikä varmistaa marjanviljelyn tuotannon kannattavuutta ja kilpailukykyä. Samoin kuluttajat, kauppa ja elintarvikejalostajat pystyvät luottamaan marjojen kotimaisuustietoon.

## 4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Hanketta ei suunniteltu varsinaiseksi tutkimushankkeeksi tai tieteellisesti uutta luovaksi vaan toiminta tähtäsi siihen, että luodaan mahdollisuudet SIRA-menetelmän käyttöönottoon suomalaisessa viranomaisvalvonnassa. Lisäksi haluttiin selvittää, pystytäänkö myös alkuaineprofiloinnilla selvittämään tai lisätä varmuutta selvitettäessä mansikan alkuperää. Marjojen pysyvien isotooppien suhteista, niiden vuosittaisesta vaihtelusta ja alueellisista arvoista on vielä hyvin vähän tietoa (Perini ym. 2018), joten tulokset tulevat kiinnostamaan myös tieteellisesti ja niistä kirjoitetaan tieteellinen artikkeli. Siinä kuvataan viitetietokannan kehittäminen suomalaista alkuperää olevalle mansikalle. Tieteellisesti aivan uutta siinä on varsinkin alkuaineiden esiintymismäärien käyttö viitetietokannan luomisessa.

### VIITTEET

- Agroisolab 2020. Osoitteessa: <http://www.agroisolab.de/e-info-proben.htm>. Viitattu 25.6.2020
- Ackerman S.J. 2013. A Different Kind of CSI: Crime and Stable Isotopes. Can two samples be chemically identical, yet not the same? *Juries need to know. American Scientist* 101 (1): 27.
- Anderson K.A. Smith B.W. 2006. Effect of season and variety on the differentiation of geographic growing origin of pistachios by stable isotope profiling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 1747-1752.
- Bateman A. S., Kelly S.D. 2007. Fertilizer nitrogen isotope signatures. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 43:3 237-247.
- Bender M.M. 1971. Variations in the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios of plants in relation to the pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation. *Phytochemistry* 10: 1239-1244.
- Boner M., Hofem S., Hermanovski R. & Maeder, R. 2016. The use of stable isotopes for monitoring of products claiming regional origin. A proof of concept. In: Pulkrabová J. et al. (ed). *Program & Book of Abstracts. Assuring the integrity of the food chain: Fighting food fraud. Prague, Czech republic 6-7.4.2016.* p. 81. Osoitteessa: [http://www.foodintegrity2016.eu/FI\\_2016\\_BoA.html](http://www.foodintegrity2016.eu/FI_2016_BoA.html). Viitattu 26.9.2016.
- Camin F., Wehrens R., Bertoldi R., Bontempo L., Ziller L., Perini M., Nicolini G., Nocetti M. ja Larcher R. 2012. H, C, N and S stable isotopes and mineral profiles to objectively guarantee the authenticity of grated hard cheeses. *Analytica Chimica Acta* 711: 54-59.
- Camin F., Dordevic N., Wehrens R., Neteler M., Delucchi L., Postma G. & Buydens L. 2015. Climatic and geographical dependence of the H, C and O stable isotope ratios of Italian wine. *Analytica Chimica Acta* 853: 384-390. DOI: 10.1016/j.aca.2014.09.049
- Christoph N., Hermann A. & Wachter H. 2015. 25 Years authentication of wine with stable isotope analysis in the European Union – Review and outlook. *BIO Web of Conferences* 5, 02020.8 p. DOI: 10.1051/bioconf/20150502020
- Commission Regulation (EEC) 1990. European Union: Commission Regulation (EEC) No. 2676/90 determining Community methods for the analysis of wines. Osoitteessa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31990R2676>. Viitattu 25.6.2020

- European Commission. 2020. [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/food-fraud-quality/topic/food-fraud\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/food-fraud-quality/topic/food-fraud_en). Viitattu 25.6.2020.
- Flanagan L. B., Comstock, J. P., Ehleringer J. R. 1991. Comparison of modelled and observed environmental influences on the stable oxygen and hydrogen isotope composition of leaf water in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiology* 96: 588-596.
- Galimberti A., De Mattia F., Losa A., Bruni I., Federici, A., Casiraghi M., Martellos S. & Labra, M. 2013. DNA barcoding as a new tool for food traceability. *Food Research International* 50(1): 55-63.
- Jaakola L., Suokas M. & Häggman H. 2010. Novel approaches based on DNA barcoding and high-resolution melting of amplicons for authenticity analyses of berry species. *Food Chemistry* 123 (2): 494-500.
- Jordbruksverket. 2019. Nu är jordgubbssäsongen snart igång. Pressmeddelande 4.6. 2019 <http://www.mynewsdesk.com/se/jordbruksverket/pressreleases/nu-aer-jordgubbssaesongen-snart-igaang-2882160>
- Kohn M. J. 2010. Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of (paleo)ecology and (paleo)climate. *Proceedings of National Academy of Sciences* 107:46. 19691-19695.
- Laursen K.H., Bontempo L., Camin F. & Rossmann, A. 2016. Advances in isotopic analysis for food authenticity testing. Teoksessa: Downey G. (ed.). *Advances in Food Authenticity Testing*. p. 227-252. Elsevier Ltd. United Kingdom.
- Luke 2019. Tilastotietokanta. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_20%20Puu tarhatilastot/?tablelist=true&rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__20%20Puu%20tarhatilastot/?tablelist=true&rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db) Viitattu 11.6.2020
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2017. <https://mmm.fi/documents/1410837/1923148/Ruokapoliittinen+selonteko+Ruoka2030/d576b315-41fe-4e9d-9d02-8462c5ae5895> Viitattu 10.6.2020
- Opper C., Bonnet S., Irrgeher J., Maischberger T., Eigner C. & Prohaska T. 2015. Provenancing of Fruit Raw Products using Elemental and Strontium Isotopic Fingerprints. European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry Abstract FO-PO05. <http://www.ewcps2015.org/program/show.html?aid=141&pid=153&bck=/program/day-4/session-POSTER>. Viitattu 29.9.2016
- Perez A.L., Smith B.W. & Anderson K.A. 2006. Stable isotope and trace element profiling combined with classification models to differentiate geographic growing origin for three fruits: effects of subregion and variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 4506-4516.
- Perini M., Giongo L., Grisenti M., Bontempo L & Camin F. 2018. Stable isotope ratio analysis of different European raspberries, blackberries, blueberries, currants and strawberries. *Food Chemistry* 239: 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.023>
- Picó Y. (ed.) 2015. *Advanced Mass Spectrometry for Food Safety and Quality*. Comprehensive Analytical Chemistry. Vol. 68. Elsevier.
- Voerkelius S., Lorenz G. D. Rummel S. Quézel C. R., Heiss G., Baxter M., Brach-Papa C., Deters-Itzelsberger P., Hoelzl S., Hoogewerff J., Ponzevera E., Van Bockstaele M. & Ueckermann H. 2010. Strontium isotopic signatures of natural mineral waters, the reference to a simple geological map and its potential for authentication of food. *Food Chemistry* 118: 933-940.

## Tekninen loppuraportti

Tutkimushankkeen nimi Alkuperältään aidot – koordinoitulla yhteistyöllä uusi työkalu kasvituotteiden alkuperän määrittämiseen ja alkuperäväärennösten osoittamiseen
Tutkimushankkeen nimi englanniksi Creating system to differentiate geographic growing origin of small fruit in Finland

Vastuuorganisaatio (Tutkimuslaitos / Yliopisto) Luonnonvarakeskus	Yhteyshenkilö tutkimusprofessori Saila Karhu
--	---

Jakeluosoite PharmaCity, Itäinen Pitkäkatu 4A, 7. krs	Postinumero- ja toimipaikka 20520 Turku
Puhelin 0295 326214	Sähköpostiosoite <a href="mailto:saila.karhu@luke.fi">saila.karhu@luke.fi</a>

Kesto (20xx-20xx) 2017-2020	Loppuraportti xx.xx.20xx 30.6.2020
--------------------------------	---------------------------------------

Rahoitus	Euroa
• Kokonaiskustannukset	306430
• MMM:ltä saatu kokonaisrahoitus	100000
• Oma rahoitus	127430
• Muista julkisista lähteistä saatu rahoitus	
• Muu ulkopuolinen rahoitus	79000

Avainsanat aitous, alkuaineanalyysi, autenttisuus, elintarvikevalvonta, puutarhamansikka, stabiilien isotooppien analyysi
--

<b>Tiivistelmä</b>
<p><b>Tavoitteet</b> Hankkeessa kehitettiin työkalu, jolla puutarhamansikasta voidaan selvittää, ovatko marjat alkuperältään suomalaisia. Stabiilien isotooppien analyysien avulla luotiin kotimaisen mansikan isotooppisuhteista tietokanta viranomaiskäyttöön. Lisäksi selvitettiin mansikan alkuainepitoisuuksien käyttömahdollisuutta alkuperän varmentamiseen. Hankkeen tuloksena ulkomaista edullisemmin tuotettua mansikkaa ei enää voi myydä suomalaisena ilman, että asia pystytään todistamaan ja elintarvikevalvonnassa pystytään antamaan lausunto tuotteiden alkuperän suomalaisuudesta. Tämä pitää kotimaisen mansikan hinnan sillä tasolla, jolle tuotantokustannukset sen asettavat, mikä varmistaa marjanviljelyn tuotannon kannattavuutta ja kilpailukykyä. Samoin kuluttajat, kauppa ja elintarvikejalostajat pystyvät luottamaan marjojen kotimaisuustietoon.</p>
<p><b>Tulokset</b> Kerätyistä suomalaisten mansikoiden isotooppisuhteista tehdystä viitetietokannasta saatiin niin kattava, että pilotoinnin perusteella sitä voidaan käyttää valvonnan tarpeisiin, kun halutaan selvittää, onko kyse suomalaisesta mansikasta. Tehdyn tilastollisen analyysin perusteella suomalaiset näytteet ryhmittäytyivät selvästi omaksi joukokseen erottuen mm. Ruotsin ja Puolan vastaavista näytteistä. Erityisesti solukkovedessä vedyn D/H-isotooppisuhteiden erot olivat huomattavan pienet sääoloiltaan erilaisten vuosien 2017 ja 2018 välillä, joten sitä voidaan pitää yhtenä tärkeänä alkuperää kuvaavana tekijänä suomalaisen mansikan isotooppianalyseissa Alkuaineprofiiliin liittyvän tietokannan tilastolliset analyysit ovat vielä kesken, mutta on oletettavaa, että näytemäärä on riittävä niin, että sitä voidaan käyttää itsenäisesti tai tukemassa stabiilien isotooppisuhteista tehtyä tietokantaa.</p>

## Tulosten arviointi

Hankkeen tuloksena syntyi viitetietokanta suomalaisten mansikoiden isotooppisuhteista, joka on viranomaisten käytettävissä alkuperäväärennösten paljastamiseksi ja tarkastamiseksi. Tietokannan laajuus on jopa alkuperäistä tavoitetta kattavampi käsittäen myös Ahvenanmaan ja Viron alueita. Järjestelmän kehittämiseen osallistui mansikantuottajia koko viljely-Suomesta, joten kyseessä oli samalla harvinaislaatuisten laajan tuottajayhteisön yhteistyön kehittäminen ja koordinointi, mikä voi toimia mallina myös muille elintarvikenäytteiden keruulle. Viitetietokantaa on jo pystytty hyödyntämään elintarvikevalvonnassa. Hankeen saama runsas mediahuomio oletettavasti myös laskee alkuperäväärennösten esiintymismääriä. Alkuaineprofiilin hyväksikäyttö alkuperän varmistamiseksi vaatii vielä tilastollista lisätarkastelua. Viitetietokanta vaatii ylläpitoa, joten jatkossakin tulisi kerätä pieniä määriä vuotuisnäytteitä. Myös kansainvälinen yhteistyö tuo suurta lisäarvoa alkuperäselvityksille alkuperältään oikean mansikan ja kuluttajan oikeuksien varmistamiseksi.

## Julkaisut

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Mansikan alkuperäharhautukset kuriin. Tiedote 12.6.2017.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Mansikan maantieteellinen alkuperä aina selvitettävissä. Tiedote 4.6.2018.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Jordgubbars geografiska ursprung går alltid att ta fram. Tiedote 4.6.2018.

Finnish Food Authority. New method for inspecting the origins of strawberries. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/en/laboratory-services/News/new-method-for-inspecting-the-origins-of-strawberries/>

Karhu S., Hellsten J., Rantanen M., Salo H. & Koponen L. 2017. Alkuperäharhautukset kuriin – kehitämme työkalun mansikan alkuperän määrittämiseen. Tiedote Hedelmän ja Marjanviljelijäin liitto ry:n ja Suomenjoen seudun marjanviljelijäin yhdistys ry:n jäsenille.

Luonnonvarakeskus (Luke). Luke Lepaalla 2018: puutarhatuhoajat, lannoitus, mansikan alkuperätutkimus, puutarha-alan kannattavuus. <https://www.luke.fi/uutinen/luke-lepaalla-2018-puutarhatuhoajat-lannoitus-mansikan-alkuperatutkimus-puutarha-alan-kannattavuus/>

Nieminen J. 2017. Marjojen hivenaineet - uusi työkalu alkuperäaitouden selvittämiseen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.-21.11.2017. 1 s.

Rantanen M. & Karhu S. 2017. Alkuperäharhautukset kuriin – työkalu kasvitutteen määrittämiseen. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2017, Tampere 20.-21.11.2017. 1 s.

Rantanen M. & Karhu S. 2018. Mansikkaa aidosti. Puutarha&kauppa 22 18/2018: 22.

Rantanen M., Karhu S., Nieminen J., Villberg A. & Welling A. 2018. Mansikan alkuperätutkimuksen (isotooppitutkimuksen) toisen vaiheen kokemukset. Hedelmän- ja Marjanviljelijäin Liitto, Kaamosmarjapäivät 2018, Tampere 19.-20.11.2018. 2 s.

Ruokavirasto. Uusi valvontamenetelmä varmistaa mansikan alkuperän. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/ajankohtaista-laboratoriopalveluista/uusi-valvontamenetelma-varmistaa-mansikan-alkuperan/>

Livsmedelsverket. Ny övervakningsmetod säkerställer jordgubbens ursprung. Tiedote 24.6.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/sv/laboratorietjanster/aktuellt-om-laboratorietjanster/ny-overvakningsmetod-sakerstaller-jordgubbens-ursprung/>