

**Omenalajikkeiden poiminta- ja nautintakypsyyden määrittäminen  
klorofyllimittarilla**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalous, Lepaa

kevät 2022

Elina Kolehmainen

Puutarhatalous

Tiivistelmä

Tekijä Elina Kolehmainen

Vuosi 2022

Työn nimi Omenalajikkeiden poiminta- ja nautintakypsyyden määrittäminen  
klorofyllimittarilla

Ohjaajat Leena Huhtama (HAMK), Tuuli Haikonen (LUKE)

---

Omenan kypsyyden määrittelyyn on olemassa useita erilaisia menetelmiä. Yleensä vähintään kahta tai useampaa menetelmää käytetään yhdessä sadonkorjuuajankohdan määrittelemisessä, sillä yksittäin menetelmät eivät anna tarpeeksi tarkkoja tuloksia. Lisäksi suuri osa käytössä olevista menetelmistä on sellaisia, joissa hedelmää joudutaan tavalla tai toisella vahingoittamaan. Viime vuosina markkinoille on tullut erilaisia hedelmää vahingoittamattomia menetelmiä hyödyntäviä pikamittareita, joista toivotaan helpompaa ja nopeampaa apua hedelmien kypsyyden määrittelyyn.

Työn tavoitteena oli vertailla sitä, miten perinteiset kypsyyden määritysmenetelmät ja kuoren klorofyllipitoisuuden määrittämiseen perustuvan DA-pikamittarin antamat arvot vertautuvat toisiinsa eri lajikkeilla. Työssä pyrittiin saamaan uutta tietoa pikamittarin soveltumisesta omenan kypsyysasteen mittaamiseen sekä poimintahetken että nautintakypsyyden määrittämisessä. Työn aineistona oli sekä perinteisiä lajikkeita että nykyisiä kauppalajikkeita. Työn tilaajana oli Luonnonvarakeskus. Työssä saatujen tulosten perusteella ei vielä voitu määritellä sopivia, lajikekohtaisia DA-indeksin arvoja, jotka kertoisivat varmasti kypsyudesta. Kaikille lajikkeille DA-mittari ei vaikuttanut soveltuvan. Käytännössä sovellettavien luotettavien tulosten saaminen vaatii vielä mittausten tekemistä samoilla lajikkeilla ja tiedon keräämistä useamman kasvukauden ajalta.

Avainsanat Omena, *Malus domestica*, DA-mittari, klorofyllimittari, sadonkorjuu

Sivut 52 sivua ja liitteitä 3 sivua

Degree Programme in Horticulture

Author Elina Kolehmainen

Subject Determination of the Picking and Eating Maturity of Apple Cultivars by Using a Chlorophyll Meter

Supervisors Leena Huhtama (HAMK), Tuuli Haikonen (LUKE)

Abstract

Year 2022

---

There are several different methods to determine the ripeness of apples. Usually at least two or more methods are used together to determine the optimal time of harvest since when used alone these methods usually do not provide results accurate enough. In addition, most of the methods often used are such that require the destruction of the fruit, one way or another. During recent years however, new non-destructive methods have become more available. Such non-destructive tools include the delta absorbance (DA) meter that measures the chlorophyll content of the apple surface and is hoped to provide an easier and quicker way of determining the ripeness of fruits.

The goal of this thesis was to compare how traditional methods and the results provided by the DA meter compare to each other when used on different apple cultivars. The goal was also to gain additional information about how well the DA meter applies to the determination of ripeness at the time points close to picking and eating ripeness. Both heritage cultivars and commercial cultivars were used as material for this thesis. The thesis was commissioned by the Natural Resources Institute Finland (Luke). Based on the results it was not yet possible to determine suitable DA Indexes for different cultivars. The DA-meter did not seem to be suitable for all cultivars. In order to have reliable and applicable results, data should be collected during a longer period of time, preferably several years.

Keywords Apple, *Malus domestica*, delta absorbance meter, chlorophyll meter

Pages 52 pages and appendices 3 pages

## KÄSITTEITÄ

<b>DA-indeksi</b>	Delta absorbance -indeksi. DA-mittarin hedelmän klorofyllipitoisuudelle antama arvo.
<b>Brix-arvo tai -luku</b>	Liukoisen kuiva-aineen, pääasiassa liukoisten sokerien, määrä prosentteina liuoksessa.
<b>DA-mittari</b>	DA, eli delta absorbance -mittari tai klorofyllimittari. Mittaa hedelmän klorofyllipitoisuutta, joka laskee hedelmän kypsyessä.
<b>happopitoisuus</b>	Mehunäytteen sisältämä happopitoisuus prosentteina esitettynä. Omenamehun happopitoisuus esitetään omenahappoekvivalenttina, koska suurin osa omenamehun hapoista on omenahappoa.
<b>kauppalajike</b>	Kaupallisessa viljelyssä oleva tai siihen suositeltu omenalajike. Tässä työssä termiä käytetään neljästä ammattitarhalta kerätystä talvilajikkeesta. Myös perinteinen lajike voi olla kauppalajike (esimerkiksi Lobo).
<b>korjuukypsyys</b>	Kypsyysaste, jossa omena voidaan poimia (poimintakypsyys). Korjuukypsyys vaihtelee lajikkeesta riippuen, sillä toiset omenalajikkeet vaativat varastokypsytyksen.
<b>menestymisvyöhyke</b>	Hedelmäpuut ja puuvartistet koristekasvit on jaettu kasvuyöhykkeisiin (I–VIII) sen mukaan, millaisissa olosuhteissa ja missä osissa Suomessa ne menestyvät.
<b>NaOH</b>	Natriumhydroksidi. Työn havainnoissa laimennetut omenamehunäytteet titrattiin automaattisella titraattorilla pH-arvoon 8,1 käyttäen titranttina natriumhydroksidiliuosta (NaOH).
<b>omenan kiinteytys</b>	Omenan malto pehmenee sen kypsyessä, jolloin kypsyttä ja varastosäilyvyyttä voidaan määrittellä ja seurata mallon kiinteydessä tapahtuvien muutosten perusteella.

<b>penetrometri</b>	Kiinteysmittari, joka mittaa sitä voimaa, mikä tarvitaan mittapään työntämiseen hedelmän sisään.
<b>perinteinen lajike</b>	Tässä työssä perinteisellä lajikkeella viitataan omenoihin, jotka kerättiin Luonnonvarakeskuksen geenivaratarhoilta ja jotka edustavat perinteisiä, osin viljelystä poistuneita lajikkeita.
<b>refraktometri</b>	Laite, joka mittaa liukoisen kuiva-aineen määrän hedelmämehussa.
<b>sentrifugointi</b>	Eri olomuotojen erottaminen nesteestä keskipakoisvoiman avulla.
<b>Streifin indeksi</b>	J. Streifin kehittämä kaava hedelmän kypsyiden määrittelyyn. Streifin indeksi lasketaan käyttämällä kolmea kypsyiden määrittelyyn liittyvää arvoa yhdessä; kiinteysarvoa, brix-lukua ja tärkkelysaindeksiä. Streifin indeksi lasketaan jakamalla kiinteysmittauksen antama arvo brix-luvulla ja tärkkelysaindeksillä.
<b>nautintakypsyys</b>	Kypsyiden aste, jonka saavutettuaan hedelmä on valmis syötäväksi (myös syöntikypsyys).
<b>titraus</b>	Perustuu näytteen (mehun) ja titranttiliuoksen väliseen reaktioon, jonka vaikutuksia mitattiin pH-mittarin avulla.
<b>tärkkelysaindeksi</b>	Jodivärijäykseen perustuva kypsyiden määrittelysuhdeluku.
<b>ULO-varasto</b>	Ultra Low Oxygen, eli vähähappinen varasto, jossa hedelmät säilyvät tavallista kylmävarastoa pidempään.

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Omenan ammattiviljelystä Suomessa .....	2
2.1	Omenanviljelyn kehitys .....	4
2.2	Lajikkeista .....	5
2.2.1	Lajikevalikoima tällä hetkellä .....	5
2.2.2	Lajikevalikoiman kehittyminen .....	6
3	Omenan kypsyyden määrittelyn menetelmiä .....	8
3.1	Perinteiset menetelmät .....	8
3.1.1	Kiinteys .....	9
3.1.2	Tärkkelysindeksi .....	10
3.1.3	Brix-arvo .....	13
3.2	DA-mittari .....	14
4	Aineisto .....	16
4.1	Tarhat .....	17
4.2	Lajikkeet .....	17
4.2.1	Kesälajikkeet .....	18
4.2.2	Syyslajikkeet .....	19
4.2.3	Talvilajikkeet .....	20
4.2.4	Kauppalajikkeet (talvi) .....	21
5	Havainnot .....	22
5.1	Poimintaa edeltävät havainnot DA-mittarilla .....	22
5.2	Poiminnan jälkeiset havainnot .....	24
5.3	Mittaustulosten käsittely .....	26
6	Tulokset .....	28
6.1	Poiminta- ja varastohavainnot (A–E) .....	29
6.2	Mehuista tehdyt mittaukset .....	32
6.3	Streifin indeksi .....	34
6.4	DA-indeksin vertailu muihin kypsyyden määrittämisen menetelmiin .....	36

7	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	42
7.1	DA-indeksi, tärkkelysindeksi ja kiinteys .....	42
7.2	Brix ja happopitoisuudet .....	44
7.3	Streifin indeksi.....	46
7.4	DA-indeksin vertautuminen muihin kypsyyden määrittämisen menetelmiin .....	47
7.5	Johtopäätökset.....	49
	Lähdeluettelo.....	53

## **Liitteet**

Liite 1	Yhdistelmätaulukko
---------	--------------------

## 1 Johdanto

Oikean sadonkorjuuajan arviointi on tärkeä osa hedelmäviljelyä. Hedelmien poimiminen sopivassa kypsyysasteessa vaikuttaa paitsi niiden laatuun ja varastosäilyvyyteen, mutta myös siihen, miten hyvin ne kestävät esimerkiksi kuljetusta. Oikein ajoitetulla sadonkorjuulla voidaan vaikuttaa myös hävikkiin. Oikea korjuu-aika määritellään lajikekohtaisesti ja yleensä päätökset poiminnasta tehdään useamman eri tekijän perusteella. Monet käytettävissä olevista omenan kypsyden määrittelymenetelmistä ovat aikaa vieviä, eikä vain yhden menetelmän perusteella välttämättä voida määrittellä kypsyttä täysin varmasti. Erilaisia luotettavia ja tehokkaita keinoja kypsyden tarkkaan määrittelyyn kehitetään jatkuvasti. Viime vuosina markkinoille on tullut erilaisia pikamittareita, joita voidaan käyttää myös silloin, kun hedelmät ovat vielä puussa. Yksi tällainen pikamittari on klorofyllimittari, eli DA-mittari (delta absorbance). Työssä tutkittiin mittarin soveltuvuutta Suomessa pitkään viljeltyjen perinteisten omenalajikkeiden sekä kauppalajikkeiden kypsyden ja varastosäilyvyyden määrittelyyn. Työn tilaaja oli Luonnonvarakeskus. Tavoitteena oli vertailla sitä, miten perinteiset kypsyden määrittelymenetelmät ja DA-pikamittarin antamat arvot vertautuvat toisiinsa eri lajikkeilla. Työn tavoitteena oli saada uutta tietoa pikamittarin soveltumisesta omenan kypsyden, poimintahetken ja varastosäilyvyyden määrittämiseen. Työn aineisto koostui Suomessa menestyvistä omenalajikkeista. DA-mittarin käyttökelpoisuutta ei ole juuri selvitetty tällaisten lajikkeiden kohdalla, ainakaan ulkomaisissa tutkimuksissa. Lajikkeet kerättiin kahdelta Luonnonvarakeskuksen geenivaratarhalta sekä yhdeltä ammattiviljelyssä olevalta hedelmätarhalta.

Työn aineistona käytettiin sekä perinteisiä, kotimaista tai ulkomaista alkuperää olevia lajikkeita, että työn tekohetkellä ammattiviljelyssä olleita kauppalajikkeita. Omenan ammattiviljely on Suomessa keskittynyt menestymisvyöhykkeille 1a ja 1b, eli Ahvenanmaalle sekä mantereelle rannikkoalueiden tuntumaan, pääasiassa Lounais-Suomen rannikolle sekä Lohjan ympäristöön (Tahvonen, ym., 2007, ss. 27–30). Näillä alueilla menestyvät monet sellaiset herkemvät lajikkeet, jotka eivät välttämättä sovellu viljeltäväksi pohjoisemmilla vyöhykkeillä, ainakaan kaupallisessa mittakaavassa. Perinteisistä lajikkeista saattaa löytyä ratkaisuja tulevaisuudessa kohdattaviin ilmastollisiin ja muihin viljelyyn liittyviin haasteisiin ja siksi on tärkeää saada niistä tutkimustietoa, vaikka ne eivät olisikaan kauppalajikkeina tällä

hetkellä merkittäviä. Tulevaisuudessa geneettisen monimuotoisuuden huomioiminen myös kaupallisessa viljelyssä tulee varmasti olemaan merkittävä, sillä monokulttuurit eivät enää tarjoa turvallista pohjaa viljelylle.

DA-mittari ei ole vielä ollut kovin yleisessä käytössä kotimaisilla hedelmätarhoilla, ja kauppalajikkeiden ottaminen mukaan mittauksiin tarjosi vertailun lisäksi mahdollisesti käyttökelpoista tietoa mittarin hyödyistä ammattitarhoilla. Suurin osa työssä mukana olleista lajikkeista olivat kuitenkin joko vanhoja ja perinteisiä, eli pitkään viljelyssä olleita, tai kotimaisia jalosteita. Työn keskiössä oleva DA-mittari on kehitetty oletettavasti uudempia kauppalajikkeita ajatellen ja nämä voivat poiketa ominaisuuksiltaan jonkin verran vanhoista lajikkeista. Työn tavoitteena oli selvittää, miten DA-mittarin tulokset vertautuvat perinteisiin kypsyyden määrittelyn menetelmiin, miten mittari soveltuu perinteiseksi luokiteltujen lajikkeiden kypsyyden määrittelemiseen ja voitiinko havaita eroja DA-mittarin soveltuvuudessa perinteisiksi luokiteltujen lajikkeiden ja kauppalajikkeiden välillä. Lajikekohtaista tietoa perinteisistä lajikkeista saatiin kirjallisuuden lisäksi Luonnonvarakeskuksen entiseltä tutkimusmestarilta Hilma Kinnaselta sekä tutkija Tuuli Haikoselta.

## **2 Omenan ammattiviljelystä Suomessa**

Erilaisia hedelmäpuita on viljelty maailmalla jo tuhansien vuosien ajan. Kreikkalaiset osasivat varttaa omenapuita jo ennen nykyisen ajanlaskun alkua (Tahvonen ym., 2007, ss. 13–14) ja Rooman valtakunnan aikana viljely kehittyi edelleen ja lajikkeita myös jalostettiin (Krannila & Paalo, 2010, s. 12). Euroopassa viljely alkoi yleistyä 1200-luvulta lähtien suhteellisen nopealla tahdilla niin, että 1700-luvulla erilaisia omenalajikkeita tunnettiin 120 ja 1820-luvulla jo yli tuhat. Suurimmillaan lajikkeiden määrä oli 1900-luvun alussa, jolloin viljelyssä oli 3000 lajiketta ja moni näistä oli lisäksi paikallislajikkeita. (Tahvonen ym., 2007, s. 14)

Suomessa hedelmäpuiden viljely yleistyi kunnolla vasta 1800-luvun aikana. Yksi syy viljelyn hitaaseen kehitykseen oli todennäköisesti ilmasto-olosuhteisiin sopimattomat lajikkeet. Muualta tuodut, monesti liian talvenarat puut eivät menestyneet pohjoisissa olosuhteissa. Samanlaisia ongelmia kohdattiin Venäjällä, jossa päädyttiin kehittämään omia, tuontipuita

kestävämpiä lajikkeita. 1800-luvulla Pietarin ja Laatokan alueille keskittyneillä hedelmäviljelmillä ja taimistoilla oli merkittävä vaikutus lopulta myös suomalaiseen lajikevalikoimaan. (Tahvonen ym., 2007, ss. 16–17) Näiltä ajoilta ovat peräisin monet Suomessa perinteisesti viljellyt lajikkeet, kuten Harlamovski, Antonovka, Sokerimiron ja kaneliomenat (Krannila & Paalo, 2010, s. 15).

Suomalaisen hedelmänviljelyn huippuvuodet alkoivat kuitenkin vasta 1900-luvun alusta ja ajanjakso päättyi toiseen maailmansotaan. 1920- ja 30-lukujen suotuisat ilmastolliset olosuhteet saivat aikaan sen, että kaupallisessa viljelyssä oli myös päärynää, kirsikkaa ja luumua. Hedelmänviljelyn kultakausi päättyi paitsi sotaan ja siitä seuranneisiin vaikeisiin olosuhteisiin, myös vuosien 1939–1940 ankariin pakkastalviin. Tänä aikana suuri osa hedelmäpuista paleltui, eikä kaupallinen viljely palautunut enää entiselleen. (Tahvonen ym., 2007, s. 18)

Vaikka sodan jälkeen ulkomaisten hedelmien tuonti alkoikin yleistyä, kotimaista jalostustyötä tehtiin silti. Suomessa on edellä mainittujen venäläistä alkuperää olevien lajikkeiden lisäksi ollut viljelyssä myös satoja maatiaislajikkeita. Lisäksi lajikkeita on tullut muualta, usein Ruotsista, mutta myös mm. Baltian alueelta ja Kanadasta. (Tahvonen, ym. 2007, ss. 18–19) 1900-luvun alussa uusia lajikkeita hankittiin erityisesti Kanadasta, jonka ilmastolliset olosuhteet olivat hyvin samanlaiset kuin Suomessakin (Krannila & Paalo, 2010, s. 15). 1960-luvulta lähtien Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT, nykyinen Luonnonvarakeskus) harjoitti kotimaista jalostustoimintaa, jonka tuloksena markkinoille saatiin vielä 1990-luvulla uusia kotimaisia lajikkeita. (Tahvonen ym., 2007, ss. 18–19)

Itse viljely on vuosikymmenten kuluessa myös muuttanut muotoaan. 1900-luvun alussa Euroopassakin viljelmät olivat tyypillisesti kooltaan pieniä, lajikevalikoima suhteellisen suuri ja paikallislajikkeet olivat niin ikään hyvin edustettuina. 1900-luvun loppuun mennessä viljelmien koko oli kasvanut ja lajikevalikoima supistunut, ylikansallisten lajikkeiden syrjäyttäessä paikallislajikkeita. Tämä on johtanut myös omenan geneettisen vaihtelun kaventumiseen. (Tahvonen ym., 2007, ss. 15–16) Viimeisimpien tietojen mukaan tämän hetken kymmenen viljellyimmän omenalajikkeen joukossa ei ole yhtään kotimaista lajiketta (HML ry., 2020).

## 2.1 Omenanviljelyn kehitys

Luonnonvarakeskuksen mukaan vuonna 2021 hedelmänviljelyn kokonaispinta-ala Suomessa oli 719 ha, josta omenanviljely kattoi 662 ha. Noin 90 % hedelmänviljelyn pinta-alasta oli siis omenan viljelyä. Koko maan hedelmäsadosta omenan osuus oli noin 97 %. Vuonna 2021 omenaa viljeltiin 302 tilalla ja 662 hehtaarilla. Suurin osa kotimaisesta omenasadosta, lähes 70 %, tuotetaan Ahvenanmaalla. Seuraavaksi eniten omenaa tuotetaan Varsinais-Suomen ja Uudenmaan alueilla. Yli 90 % kotimaisesta omenasadosta tulee näiltä kolmelta alueelta. (Luke tilastotietokanta, n.d.) Tilastot eivät pidä sisällään kotipihojen omenasatoa, vaan koskevat ammattiviljelyä.

Kuten puutarhatuotannossa yleensäkin, myös omenanviljelyn kohdalla trendinä on edelleenkin tilakokojen kasvaminen ja erikoistuminen tietyn kasvilajin viljelyyn tai omenan tapauksessa lajikevalikoiman muuttumiseen, yhdenmukaistumiseen ja supistumiseen. 2000-luvun alussa julkaistussa Omenan viljely -teoksessa todetaan, että viljelypinta-alat alkoivat kasvaa 1990-luvulla etenkin manner-Suomessa, mutta suhteellisesti eniten Kaakkois-Suomessa, Etelä-Savossa ja Hämeessä. Omenan viljely -teoksen julkaisun aikaan tarhojen keskipinta-ala oli Ahvenanmaalla 3,2 ha, Uudellamaalla 2,3 ha ja Varsinais-Suomessa 2 ha, suurimpien yksittäisten tarhojen koon ollessa noin 20 ha. (Tahvonen ym., 2007, ss. 27–28) Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan vuonna 2021 Ahvenanmaalla toimi 35 omenaa viljelevää yritystä omenan viljelyn kokonaispinta-alan ollessa 298 ha (Luke tilastotietokanta, n.d.). Tämä tarkoittaisi sitä, että keskimääräinen tilakoko Ahvenanmaalla olisi nykyään noin 8,5 ha.

Tilakokojen kasvaminen ja viljelyn keskittyminen tietyille alueille vaikuttaa luonnollisesti myös kauppalajikevalikoimaan. Lisäksi tähän vaikuttavat epäsuorasti myös viljelytapa ja -tekniikka sekä ilmastolliset tekijät. Suurilla tiloilla on 2000-luvun aikana alettu siirtyä yhä enemmän hillittykasvuisten puiden tiheäistutusviljelyyn, jossa saavutetaan parempia satotasoja pienemmällä pinta-alalla. Suuret viljelyalat ja tuotannon tehostuminen on tarkoittanut myös sitä, että taimimateriaali tilataan yhä useammin suurilta tuottajilta Euroopasta, mikä osaltaan vaikuttaa siihen, mitä lajikkeita viljellään. Tämä tarkoittaa

todennäköisesti kotimaisten sekä tiettyjen perinteisten lajikkeiden osuuden vähentymistä lajikevalikoimasta.

## **2.2 Lajikkeista**

Ammattiviljelyssä olevien omenalajikkeiden valikoima muuttuu viljelytapojen muuttuessa. Vanhoja kauppalajikkeita poistuu vähitellen viljelystä ja uusia otetaan kokeiluun. Uudet lajikkeet voivat soveltua paremmin uusien viljelytapojen asettamiin vaatimuksiin. Nykyään omenalajikkeilta toivotaan myös pitkää varastosäilyvyyttä, eivätkä kuljetusketjut suosi herkkiä lajikkeita. Uusi lajike voi olla kiinnostava myös esimerkiksi taudinkestävyytensä takia, tai kuluttajan kannalta merkittävien ominaisuuksien, kuten maun takia. Omenapuun taimia tuotetaan sekä kotimaisilla että ulkomaisilla taimistoilla ja se, mistä taimet hankitaan, vaikuttaa myös lajikevalikoimaan. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi nykyisiä kauppalajikkeita, lajikevalikoiman kehittymistä sekä kehityksen syitä.

### **2.2.1 Lajikevalikoima tällä hetkellä**

Viljellyimpiä omenalajikkeita Suomessa vuonna 2019 olivat Hedelmän- ja marjanviljelijäin liiton mukaan Lobo, Rubinola ja Santana. (HML ry., 2020) Alun perin Kanadasta kotoisin oleva Lobo on ollut viljelyssä jo 1930-luvulta lähtien (HML ry, n.d.). Lobon suosiota ammattiviljelyssä voi heikentää sen herkkyys omenaruvelle (Tahvonen, ym., 2007, s. 200). Lobon tuotantomäärät ovat Hedelmän- ja marjanviljelijäin liiton mukaan kuitenkin lähteneet viime aikoina uudelleen kasvuun. Uudempien lajikkeiden, tšekkiläisen Rubinolan ja hollantilaisen Santanan, viljelyalat ovat samaan aikaan myös kasvaneet voimakkaasti. Edellä mainittuja lajikkeita seuraavat tilastossa Discovery (Englanti) ja uutuuslajike Zari (Belgia) sekä Aroma/Amorosa (Ruotsi). Kymmenen viljellyimmän lajikkeen joukossa ovat lisäksi Julyred (USA), Rajka (Tšekki), Summerred (Kanada) ja Collina. (HML ry., 2020 ja HML ry., n.d.)

Edellä mainittujen lisäksi muita Suomessa viljeltäviä/ammattimaisesti viljeltäviä lajikkeita ovat kesäomenat Pirja, Petteri, Vuokko, Geneva Early, Maikki ja Valkea kuulas, syysomenat Samo, Punainen Melba, Pekka, Jaspi, Punainen kaneli, Raike, Sandra, Heta, Konsta ja Make sekä talviomenat Punainen Atlas, Åkerö, Antonovka ja Rubinstep. (HML ry., n.d.) Näistä

vanhoja tai pitkään viljelyssä olleita lajikkeita ovat esimerkiksi Valkea kuulas (Baltia, 1800-luku), Punainen kaneli (Kaneli-lajikkeet vanhoja venäläisiä), Åkerö (Ruotsi, 1700-luku), Lobo (Kanada) ja Antonovka (Ukraina). (Fruticetum, n.d.) Kotimaisia, MTT:n jalostamia lajikkeita ovat Pirja, Petteri, Vuokko, Maikki, Samo, Pekka, Sandra, Heta, Konsta ja Make. Muita ulkomaista alkuperää olevia lajikkeita ovat Geneva Early (USA), Punainen Melba (Kanada), Raike (Kanada), Punainen Atlas (Kanada) ja Rubinstep (Tšekki). (HML ry., n.d.)

Yllä lueteltiin Suomessa suosituimmat, sekä muita yleisesti kaupallisessa viljelyssä olevia lajikkeita. Hedelmän- ja marjanviljelijäin liiton verkkosivuilla ei ollut tietoa siitä, miltä ajankohdalta ammatillisessa viljelyssä olevien viljelylajikkeiden yleinen listaus on. On siis mahdollista, että lajikevalikoiman kokoonpano tai ainakin lajikkeiden väliset viljelysuhteet ovat voineet jo muuttua.

### **2.2.2 Lajikevalikoiman kehittyminen**

Hedelmätarhojen tehostettu tuotanto ja suuret puumäärät tarkoittavat myös sitä, ettei tilojen ole todennäköisesti mahdollista tuottaa omaa lisäysmateriaaliaan tai muutenkaan resursseja tehdä lisäystyötä itse. Omenapuun kehittyminen vartteesta satoa tuottavaksi puuksi kestää useita vuosia ja on kallista, jolloin on ymmärrettävää, että tällainen työvaihe on järkevää ulkoistaa taimistoille, sekä kotimaisille että ulkomaisille. Tilakokojen kasvaessa myös istutusalat ovat suurempia. Tällöin myös taimitarve kasvaa ja taimimateriaalin tilaaminen suurilta ulkomaisilta taimituottajilta alkaa vähitellen yleistyä. Tämä koskee erityisesti parhaimpia kasvuvyöhykkeitä, joilla menestyvät paremmin herkemmätkin lajikkeet. Kun taimimateriaali tilataan ulkomailta, ollaan luonnollisesti myös tietyn valikoiman varassa ja tähän valikoimaan eivät välttämättä kuulu esimerkiksi suomalaiset jalosteet.

Ruokatieto-verkkosivuston mukaan 2000-luvun alussa tehdyissä pistokokeissa kotimaisen omenan ulkoisen laadun todettiin olevan ulkomaista tuontiomenaa huonompi. Syynä on todennäköisesti se, että Suomessa viljeltävät lajikkeet ovat perinteisesti olleet kooltaan pieniä, ohutkuorisia ja näin myös herkkiä kolhiintumaan. (Ruokatieto, 2003) Kotimaisen omenan säilyvyys on lisäksi yleensä ollut tuontiomenaa huonompi ja omenat on myyty usein

lähellä tuotantopaikkaa, muutamien päivien sisällä poimimisesta. Raakoina poimittavat, kovakuoriset ja -maltoiset tuontilajikkeet kestävät paremmin kuljetusta ja säilyvät pidempään. (Natri, 2014) 2000-luvun aikana vähähappiset säätöilmavarastot ovat kuitenkin alkaneet yleistyä Suomessakin, ensin Ahvenanmaalla ja sen jälkeen vähitellen myös mantereella. Tällaisten varastojen avulla myös kotimainen omena voidaan saada säilymään jopa maaliskuulle asti. (Koskinen, 2018)

Kuluttajien kannalta omenan koolla ei ole välttämättä ollut suurta merkitystä (Ruokatieto, 2004), mutta viljelijät sen sijaan ovat toivoneet lajikejalostuksen myötä viljelyyn suurikokoisempia omenoita entisten pienten sijaan (Ruokatieto, 2003), todennäköisesti juuri kyetäkseen kilpailemaan tuontiomenan kanssa. Omenan lajittelukriteerit ovatkin vuosikymmenten aikana muuttuneet erityisesti juuri koon suhteen. Yhtenä syynä on vanhojen ja kooltaan luonnostaan pienempien lajikkeiden poistuminen kauppalajikevalikoimasta, mutta myös viljelytekniikan muuttuminen ja viljelykierron lyhentyminen on vaikuttanut hedelmien kokoon. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 10.2.2022) Kuten aiemmin mainittiin, ammattiviljelyssä suositaan nykyään entistä enemmän hillittykasvuisia perusrunkoja. Tällaiset puut tulevat satoikään aiemmin ja niiden elinkaari on lyhyempi, keskimäärin noin 15–25 vuotta. Voimakaskasvuisilla perusrungoilla puun käyttöikä voi sen sijaan olla 25–40 vuotta (Tahvonen, ym., 2007, s. 56). Koska hedelmät ovat pääsääntöisesti suurempia nuorissa puissa ja niiden koko taantuu puun vanhetessa, ovat muutokset viljelytekniikassa aiheuttaneet sen, että hedelmien koko on nykyään keskimäärin suurempi kuin ennen (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 10.2.2022).

Vanhojen lajikkeiden ongelmana on pienemmän koon lisäksi ollut myös se, että niissä on tyypillisesti joitakin ominaisuuksia, joiden takia ne ovat aikanaan poistuneet kauppalajikkeiden joukosta tai eivät päässeet siihen lainkaan. Sellaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi hedelmän herkkyys käsittelylle, sadon määrän epätasaisuus ja jaksottaissatoisuus, alttius tietyille taudeille ja huono varastosäilyvyys. Esimerkiksi erityisen helposti kolhiintuvat lajikkeet ovat monesti jääneet pois ammattiviljelystä ja kauppalajikevalikoimasta siksi, etteivät ne ole kestäneet monista välikäsitä aiheutuvia pitkiä kuljetusketjuja ja runsasta käsittelyä.

Edellä esitettyjen asioiden huomioiminen on tärkeää, kun pohditaan DA-mittarin käyttökelpoisuutta erilaisilla omenalajikkeilla. Kuten johdannossa todettiin, monet uudemmissa kauppalajikkeista eivät välttämättä aina sovellu kovin pohjoiseen viljelyyn. Perinteisten lajikkeiden joukossa taas on myös paljon sellaisia lajikkeita, joiden tiedetään menestyvän pohjoisemmillaakin menestymisvyöhykkeillä, jolloin myös niistä on hyvä saada tutkimustietoa. Oletuksena on myös, että uudemmat ja vanhat lajikkeet eroavat ainakin jossakin määrin toisistaan hedelmän laatuominaisuuksiltaan. Koska DA-mittari on hyvin todennäköisesti kehitetty uudempien kauppalajikkeiden ominaisuuksia ajatellen, on hyvä tutkia myös sitä, millaisia tuloksia mittari antaa niistä jonkin verran poikkeavilla lajikkeilla.

### **3 Omenan kypsyyden määrittelyn menetelmiä**

Hedelmien kypsyyttä on määritelty tarhoilla monin eri keinoin. Näitä menetelmiä ovat aistinvaraisen tarkkailun lisäksi mm. lämpösumman tarkkailu, tärkkelysindexin määrittäminen jodivärijäyksellä sekä sokeripitoisuuden, hedelmän kiinteyden tai titrattavien happojen määrittäminen. (Tahvonen ym., 2007, s. 159) Monesti kypsyyden määrittelyssä ja sadonkorjuun ajoittamisessa käytetään samanaikaisesti useampia toisiaan tukevia menetelmiä, sillä varsinkaan yksittäin käytettynä menetelmät eivät kerro tarpeeksi tarkasti kypsyydestä (Cocetta, ym., 2017, s. 54). Edellä mainituista menetelmistä tässä työssä käytettiin aistinvaraisia menetelmiä, jodivärijäystä, sokeripitoisuuden, kiinteyden ja happojen mittaamista.

#### **3.1 Perinteiset menetelmät**

Ammattiviljelmillä sadonkorjuuajan määrittelyssä tärkeässä asemassa on luonnollisesti kokemus ja aiempi tieto. Kun omenoita on viljelty pitkään, viljelijällä on yleensä olemassa hyvä käsitys siitä, milloin mikäkin lajike kypsyy ja minkälaisia hedelmien tulisi silloin olla olemukseltaan. Viljelijä osaa suhteuttaa tietonsa myös kuluneiden kasvukausien sääolosuhteisiin ja siihen, miten monet erilaiset tekijät vaikuttavat satoon ja sen kypsymiseen.

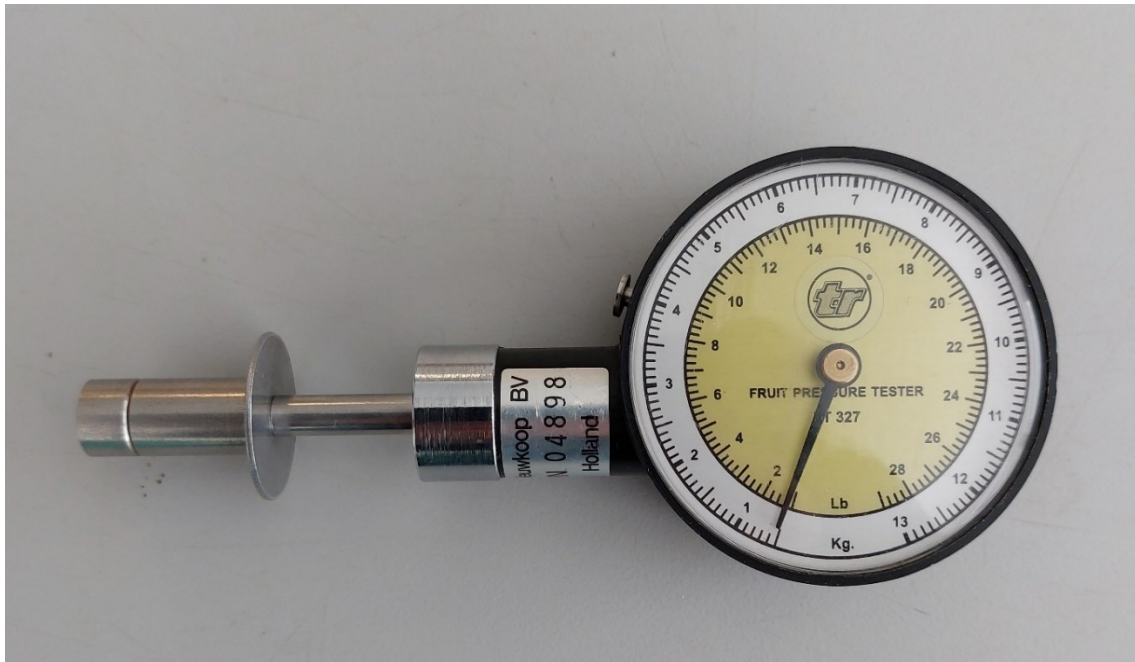
Eri lajikkeiden kukinnalle ja hedelmien kypsymiselle on esimerkiksi määritelty kullekin tähän vaadittavan tehoisan lämpösumman ohjearvo. Esimerkiksi aikaisen kesälajikkeen Pirjan kypsymiseen tarvitsema lämpösumma on 972. Yksi myöhäisimmistä perinteisistä talvilajikkeista on Lobo, jonka vaatima lämpösumma on taas 1302. Lämpösummaa tarkkailtaessa täytyy kuitenkin huomioida muutamia seikkoja. Jos kasvukaudelle osuu rajuja hellejaksoja, erityisesti elokuussa, täytyy lämpösummien ohjearvoihin lisätä lajikkeesta riippuen 60–150 astetta oikean korjuuajankohdan arvioimiseksi. Tämä johtuu siitä, etteivät puut itse asiassa pysty hyödyntämään kaikkein helteisimpiä ajanjaksoja. Jos kasvukausi taas on kovin viileä, ohjearvoja ei välttämättä saavuteta. (Tahvonen ym., 2007, ss. 159–161)

Aistinvaraiset keinot ovat edelleen yksi tärkeimmistä tarkkailumenetelmistä. Vielä 2000-luvun alussa silmämääräinen arviointi on ollut yksi yleisimpiä tapoja arvioida sadonkorjuukypsyttä (Ruokatieto, 2003). Kypsymisestä kertoo paitsi hedelmän värittyminen, myös sen irtoavuus tai variseminen puusta. Lähemmin tarkasteltuna voidaan tutkia myös siementen väritymistä, sekä hedelmän tuoksua, makua ja mallon rakennetta. (Tahvonen ym., 2007, s. 159) Näiden lisäksi on kuitenkin olemassa myös erilaisia mittausmenetelmiä, joita esitellään seuraavissa alaluvuissa.

### **3.1.1 Kiinteys**

Omenan mallon kiinteys pystytään määrittelemään kiinteysmittarilla, eli penetrometrillä. Penetrometri on usein käsikäyttöinen mittari, jossa mittapuikko työnnetään sisään hedelmämaltoon ja laite näyttää siihen tarvittavan voiman. Koska eri omenalajikkeilla on eroja myös mallon rakenteessa ja kiinteydessä, on joillekin lajikkeille olemassa kiinteyden ohjearvoja. Esimerkiksi Omenan viljely -teoksessa Pirjalle korjuuhetken penetrometriarvoksi on määritelty 2,6 ja Lobolle 5,8. Koska omenan malto pehmenee kypsyessään, kiinteysmittaus on yleensä parempi keino varastosäilyvyyden tarkkailussa kuin varsinaisen korjuukypsyden määrittelyssä. (Tahvonen ym., 2007, ss. 161–162) Kiinteyttä mitattaessa omenan kuoresta poistetaan viipaleet vastakkaisilta puolilta ja näistä kohdista tehdään kiinteysmittaukset penetrometrin kanssa.

Kuva 1. Penetrometri eli kiinteysmittari (Fruit Pressure Tester, mod. FT 327 (3–27 Lbs.) (apples and pears).). Havainnoissa käytettiin 11 mm mittapäätä. Mittapuikko työnnetään hedelmän sisälle ja mittari näyttää siihen vaadittavan voiman (mitta-asteikon ulompi kaari, kg). (Kuva: Jaana Sarlin)



### 3.1.2 Tärkkelysindeksi

Tärkkelysindeksin tulos saadaan jodivärjäyksellä. Menetelmää käytetään määrittelemään hedelmien kypsyysaste ja sen avulla voidaan sekä tarkkailla kypsymistä että valita sopiva poiminta-ajankohta. Jodivärjäyksessä hedelmä halkaistaan ja halkaisupinta värjätään jodiliuoksella, jolloin tärkkelystä sisältävät alueet värjäytyvät tummiksi jodin vaikutuksesta. Vaikka jodivärjäys on ollut melko yleinen ja varma menetelmä omenan kypsyden määrittelyssä, jodiliuos on kuitenkin syövyttävää ja terveydelle haitallista erityisesti toistuvasti hengitettynä. Tämä tarkoittaa työturvallisuuteen ja työtilaan liittyviä erityisvaatimuksia. Jodiliuos ei myöskään saa olla kosketuksissa elintarvikkeiden kanssa. Kun menetelmä on lisäksi melko hidas, se ei siksi sovellu välttämättä kovin hyvin omenatarhojen itse käyttämäksi menetelmäksi.

Menetelmänä jodivärjäys perustuu tärkkelyksen muuttumiseen sokereiksi. Hedelmän kypsyessä tärkkelys muuttuu sokereiksi, eikä halkaisupinta enää värjäydy kaikilta osin tärkkelyksen määrän vähentyessä. Korjuukypsyys on yleensä saavutettu, kun hedelmän

siemenkodon ympärillä on 50–55 % värjäytymätöntä aluetta ja nautintakypsyydessä vastaavasti 0–10 %. (Tahvonen ym., 2007, ss. 159–160) Kypsyyden määrittelyyn jodin avulla käytetään erityistä taulukkoa tai asteikkoa, jossa värjäytyminen on jaettu eri vaiheisiin. Tässä työssä käytettiin G. Plantonin (Eurofru-Ctifl, Pariisi) asteikkoa (1–10), joka on löydettävissä myös OECD:n julkaisusta (OECD, 2009, ss. 25–26). Työhön liittyvissä havainnoissa tavoitelluksi korjuukypsyyden tarkkelysindeksiksi määriteltiin kesälajikkeille noin 7–8 ja syys- ja talvilajikkeille 6–7. Nautintakypsyyden indeksin keskiarvon tuli kaikilla lajikkeilla olla vähintään 9,5. Omenien värjäykseen käytettävä jodiliuos sisältää yleensä 87 % vettä, 3 % jodia sekä 10 % kaliumjodidia (Tahvonen ym., 2007, s. 160). Työn havainnoissa käytettiin jodiliuosta, joka sisälsi 2,5 % jodia.

Jodivärjäyksessä omena yleensä joko puolitetaan tai keskiosasta leikataan kiekko, jolloin näkyviin jää siemenkodon poikkileikkaus. Työn havainnoissa jodivärjäystä varten omenista leikattiin keskilohkot, jotka värjättiin joko siveltimellä maalaamalla tai kastamalla lohko pinsettien avulla lautaselle, jossa oli jodiliuosta. Tämän jälkeen lohkot asetettiin numeroiduille (1–6) petrialjoille. Jodiliuoksen annettiin imeytyä noin 0,5–1 tuntia, jonka jälkeen voitiin todeta värjäytymisaste. Korjuukypsyyttä määriteltäessä oletuksena oli, että jodivärjäyksen tulos muuttuu yleensä yhden asteikon verran viikossa ja tämän mukaan suunniteltiin myös alustavaa poiminta-aikataulua.

Kuva 2. Jodivärjäys raa'asta omenasta. Omenakiekon halkaisupinta on värjäytynyt kauttaaltaan tummaksi ja hedelmä on siis vielä raaka. Jodiasteikon mukaan tarkkelysindeksi on 1.



Kuva 3. Jodivärjäys korjuukypsästä omenasta. Omenan halkaisupinta on värjäytynyt reunoilta tummaksi, mutta siemenkodon ympärillä on jo jonkin verran värjäytymätöntä aluetta. Tärkkelysindeksi on asteikon mukaan noin 7 ja hedelmä alkaa olla (lajikkeesta riippuen) korjuukypsä.



Kuva 4. Jodivärjäys syöntikypsästä omenasta. Kuvassa omenakiekon halkaisupinnassa ei näy enää juurikaan tummaa värjäytymää. Hedelmä on nautintakypsä ja tärkkelysindeksi 10.



### 3.1.3 Brix-arvo

Brix-arvo kertoo hedelmän sokeripitoisuudesta, joka kasvaa hedelmän kypsyessä. Brix-arvon mittaamiseen käytetään refraktometriä, jonka avulla pystytään määrittelemään mehussa olevan liukoisen kuiva-aineen määrää prosentteina, eli brix-lukuna. Tämän brix-arvon avulla pystytään seuraamaan sokeripitoisuuden muuttumista hedelmässä. Tietyn lajikekohtaisen arvon saavutettuaan hedelmä on siis valmis poimittavaksi. Aikaisilla lajikkeilla (kesä- ja aikaiset syyslajikkeet) poimintahetken sokeripitoisuuden tulisi olla sama kuin myyntihetkelläkin, mutta myöhäisemmillä lajikkeilla arvon tulisi jonkin verran nousta vielä varastosäilytyksessä. (Tahvonen ym., 2007, ss. 160–162)

Sokeripitoisuutta mitattaessa hedelmästä puristetaan pieni määrä mehua, jota tiputetaan mittarille ja mittari antaa mehulle brix-prosentin. Tässä työssä brix-arvo mitattiin aina kolmesta rinnakkaisnäytteestä ja tuloksissa käytettiin näiden kolmen luvun keskiarvoa. Brix-arvot ovat lajikekohtaisia ja joillekin lajikkeille löytyy listauksia näistä (sadonkorjuuhetken) arvoista. Tämän työn yhteydessä sokeripitoisuutta ei kuitenkaan mitattu ennakoivasti ennen sadonkorjuuta, eikä niiden avulla pyritty määrittämään korjuukypsyyttä kauden aikana.

Kuva 5. Refraktometri (Atago, Digital refraktometer, Palette PR-100 Cat. No. 3411). (Kuva: Jaana Sarlin)



### 3.2 DA-mittari

Monet edellisissä kappaleissa mainituista kypsyden määrittelyn menetelmistä ovat hitaita tai muuten vaivalloisia, mutta lisäksi niitä käytettäessä mitattavia hedelmiä joudutaan myös vahingoittamaan tulosten saamiseksi. Markkinoille on kuitenkin vuosien kuluessa alkanut tulla erilaisia pikamittareita, joiden avulla voidaan mitata hedelmän kypsyttä ilman, että hedelmää tarvitsee esimerkiksi halkaista, sen pintaa rikkoa tai edes poistaa hedelmää puusta. Uusia pikamenetelmiä ovat mm. klorofyllipitoisuuden tai sokeripitoisuuden ei-tuhoava mittaaminen omenan kuoresta. Työhön liittyvissä havainnoissa käytettiin DA-mittaria, jonka lyhenne DA viittaa englanninkieliseen termiin delta absorbance. Työn tulosten tarkastelussa saatiin alustavaa kokonaiskuvaa siitä, miten mittari voisi soveltua käytettäväksi kypsyden määrittelyn menetelmänä erilaisilla omenalajikkeilla.

Kuva 6. DA-mittari ( $\Delta A$  Meter<sup>®</sup>, Sintéleia S. r. L.).



Mittari antaa DA-indeksiarvon, joka lasketaan valon aallonpituuksien 670 nm ja 720 nm absorbanssien eli optisten tiheyksien erotuksesta. Aallonpituudet sijoittuvat punaisen valon aallonpituusalueelle, lähelle klorofylli a:n absorbtiohuippua. (DeLong, ym., 2016, s. 243) Cocetta (Cocetta, ym., 2017, s. 54) viittaa Merzylakin (Merzylak, ym., 1999) saamiin tuloksiin siitä, miten klorofylli hajoaa hedelmässä sen kypsyessä, jolloin klorofyllipitoisuutta mittaamalla voidaan tehdä johdonmukaisia päätelmiä hedelmän kypsyysasteesta. DeLong (DeLong, ym., 2020, ss. 638–639) havaitsi vertailevissa tutkimuksissaan mittarin antaman DA-indeksin ja omenan kuoresta kemiallisesti uutetun klorofyllin pitoisuuden korreloivan keskenään. Käyttöohjeen mukaan DA-mittarin antamat arvot ovat välillä 0–5, jossa 0 vastaa täysin kypsää ja 5 täysin raakaa hedelmää (Sintéleia, 2020, s. 23). Persikoilla tehdyssä tutkimuksessa on myös todettu, että DA-indeksi laskee varastoinnin aikana. Niillä hedelmillä, joilla on ollut korkeampi luku sadonkorjuun yhteydessä, luku pysyy yleensä myös suhteessa korkeampana varastoinnin loppuun asti. (Ziosi, ym., 2008, s. 324) DA-indeksi kertoo tutkimuksen perusteella melko johdonmukaisesti hedelmän klorofyllipitoisuudesta. Koska hedelmän klorofyllipitoisuus laskee kypsymisen aikana, mittarin antamien arvojen tulisi laskea sitä mukaa, mitä kypsempi hedelmä on.

Mittaria markkinoidaan helppokäyttöisenä ja vaivattomana tapana tarkkailla hedelmien kypsymistä. Menetelmänä DA-mittaus on ei-tuhoava, mikä mahdollistaa myös samojen näytteiden toistuvan tarkkailun pidemmällä aikavälillä, sekä ennen sadonkorjuuta että varastoinnin aikana. Mittarin hyvänä ominaisuutena mainitaan lisäksi se, että esimerkiksi ilmastolliset tekijät, joilla on vaikutus moniin muihin kypsyyden määrittelyn menetelmiin, eivät ole merkityksellisiä DA-mittarin tulosten kannalta. Laitteen käyttöohjeessa vertailukohtana käytetään hedelmien sokeripitoisuuden (brix) mittausta, jonka tulokset voivat vaihdella vuosittain korkeasta matalaan, riippuen siitä millainen kulunut kesä tai kasvukausi on ollut. Jos sokeripitoisuuden mittaukset kertovat parhaiten hedelmän mausta, DA-mittarin todetaan kertovan ennen kaikkea hedelmän kypsyysasteesta laadun tai maun sijaan. Brix-arvojen käyttäminen poiminnan määrittelyssä saattaa johtaa joko liian aikaiseen tai myöhäiseen sadonkorjuuseen, mikä taas vaikuttaa hedelmien säilyvyyteen varastoinnin aikana. DA-mittarin antamien arvojen pitäisi osoittaa hedelmän ihanteellinen kypsyysaste edellä mainitun kaltaisista vaihtelevista tekijöistä riippumatta. (Sintéleia, 2020, s. 5)

Itse mittari on suhteellisen pienikokoinen, sormiparistoilla toimiva sekä helposti myös kentällä mukana kulkeva laite. Laitteessa on LCD-näyttö, yksinkertaiset toiminnalliset näppäimet, SD-kortti sekä USB-liitäntä. Laitteen mukana on myös valkoinen kalibrointikiikko, jonka avulla mittari kalibroidaan päivittäin oikeiden mittaustulosten varmistamiseksi. Mittaaminen tapahtuu asettamalla sensori hedelmän pintaa vasten. Yleensä hedelmästä otetaan kaksi mittaa, vastakkaisilta puolilta. Nämä luvut ovat todennäköisesti erilaiset ja siksi mittari laskee automaattisesti luvuista myös keskiarvon, joka antaa paremman kuvan yksittäisen hedelmän kypsyystilasta. Omenoita mitattaessa tulee ottaa huomioon, että hedelmällä on yleensä valo- ja varjopuolet ja mittaustulokset tulisi saada otettua näiden välistä, jotta tulokset kuvaisivat mahdollisimman hyvin keskiarvoja. Tutkimuksissa on todettu, että klorofyllipitoisuus ja näin ollen mittarin antamat arvot ovat erilaisia hedelmän valo- ja varjopuolilla, vaikkakaan mitatut erot eivät olleet kokonaisuuden kannalta ainakaan kaikilla lajikkeilla tilastollisesti merkitseviä (Cocetta, ym., 2017, s. 56).

## 4 Aineisto

Työn aineisto koostui kolmestatoista eri omenalajikkeesta, joiden hedelmiä kerättiin Luonnonvarakeskuksen geenivaratarhoilta Piikkiöstä sekä ammattiviljelyssä olevasta tarhasta Kemiönsaarella. Lajikkeista yhdeksän kerättiin geenivaratarhoilta ja loput neljä kaupalliselta viljelmältä. Geenivaratarhoilta aineistossa oli mukana kesä-, syys- ja talvilajikkeita, kutakin kolme kappaletta. Ammattitarhalla kerätyt omenat olivat kaikki talvilajikkeita.

Työssä perinteisiksi luokitellut lajikkeet valikoituivat paitsi kiinnostavuutensa ja erilaisten ominaisuuksiensa takia, mutta myös käytännöllisistä syistä. Tarkoituksena oli valita työhön useampi kesä-, syys- ja talvilajike, kaikki vanhoja ja perinteisiä tai kotimaisia lajikkeita. Näiden joukossa olisi niin yleisestä viljelystä poistuneita lajikkeita, kuin myös sellaisia kotimaisia tai perinteisiä lajikkeita, joita on vielä 2000-luvulla ollut edelleen ammattiviljelyssä. Kesälajikkeiksi valikoituivat geenivarakokoelmasta kaksi kotimaista jalostetta ja yksi perinnelajike, syys- ja talvilajikkeista kustakin kolme perinnelajiketta. Kotimaisia lajikkeita oli yhteensä kolme. Ulkomaisia lajikkeita havainnoissa oli mukana kuusi.

Kauppalajikkeet olivat kaikki ammattiviljelyssä yleisiä, ulkomaista alkuperää olevia talvilajikkeita, joista yksi oli myös perinnelajike.

#### 4.1 Tarhat

Havainnoitavia omenoita kerättiin kolmelta eri tarhalta. Luonnonvarakeskuksen geenivaratarhoilta Yltöisistä sekä Tuorlasta kerättiin työssä perinteisiksi luokitellut lajikkeet. Geenivaratarhoissa säilytetään Luonnonvarakeskuksen koordinoiman Kansallisen kasvigeenivaraohjelman keskuskokoelmaa. Geenivarakasvit ovat ominaisuuksiltaan (viljely, laatu, kestävyys) tai kulttuurihistoriallisesta näkökulmasta arvokkaaksi ja säilytettäväksi luokiteltuja lajikkeita. Kauppalajikkeet kerättiin Kemiönsaarelta Söderlångvikin kartanon Tolfsnäsin tilalta. Omenat oli kasvatettu joko voimakas- tai hillittykasvuissa puissa ja eri tuotanto-olosuhteissa. Luonnonvarakeskuksen Yltöisten geenivaratarhalla oli käytetty lähinnä kotimaista, voimakaskasvuista YP-perusrunkoa, Tuorlan tarhalla puut olivat omajuurisia. Tolfsnäsin tarhalla käytössä oli hillittykasvuisia perusrunkoja.

Työssä mukana olleet kauppalajikkeet kerättiin Tolfsnäsin tilalta. Söderlångvikin vastaavan puutarhurin Karin Arfmanin mukaan Tolfsnäsin tarha on pinta-alaltaan 16,5 ha ja puita alalla on lähes 40 000 kpl. Hedelmätarhaa on kehitetty aktiivisesti 2000-luvulla, kun viljelyssä on siirrytty vähitellen vaijerituentaisiin tiheäistutuksiin ja otettu kokeiluun uusia lajikkeita. (Arfman, henkilökohtainen tiedonanto, 24.5.2022) Vuonna 2021 Tolfsnäsiin valmistui lisäksi uusi lajittelu- ja varastointihalli, jossa on myös ULO, eli Ultra Low Oxygen -varastot ja tulevaisuudelle vuosittaiseksi satomääräksi tilalla arvioidaan noin 500 tonnia (Söderlångvik, 2021). Tolfsnäsin tilalla viljelyssä on useita talvilajikkeita, joista tämän työn havainnoissa oli mukana neljä.

#### 4.2 Lajikkeet

Työssä perinteisiksi lajikkeiksi on luokiteltu Luonnonvarakeskuksen geenivaratarhoilta kerätyt omenat Pirja, Valkea kuulas, Y93151, Oranie, Sariola, Keltakaneli, Wealthy, Åkerö ja Signe Tillisch. Näistä Pirja on Luonnonvarakeskuksen jalostama lajike ja Y93151 Luonnonvarakeskuksen vielä rekisteröimätön lajike-ehdokas, Sariola vanha kotimainen ja

loput vanhoja ulkomaisia lajikkeita. Perinteiset lajikkeet eivät kaikki ole vanhoja, vaan lajikkeet ovat peräisin aina 1700-luvulta 1990-luvulle.

Kauppalajikkeiden joukon muodostavat Tolfsnäsin tarhan lajikkeet Amorosa, Rubinola, Lobo ja Rajka. Lobo voitaisiin luokitella myös perinteiseksi lajikkeeksi, mutta se on edelleen yleinen kauppalajike ja myös siksi sopii työssä kauppalajikkeiden joukkoon. Kauppalajikkeista vanhin on peräisin 1930-luvulta ja uusimmat 1990-luvulta.

#### 4.2.1 Kesälajikkeet

Pirja on yksi aikaisimmista Suomessa viljeltävistä omenalajikkeista. Vyöhykkeillä I-V menestyvä Pirja (Huvitus x Melba) on kotimainen, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen, eli MTT:n (nykyinen Luonnonvarakeskus) Piikkiön jaloste vuodelta 1966, joka tuli kauppalajikkeeksi 1980-luvun alussa. Lajikkeen hyväksi ominaisuuksiksi voidaan laskea hyvä satoisuus sekä laaja menestymisalue. Sen heikkoutena ovat kuitenkin suhteellisen pienikokoiset hedelmät sekä alttius omenaruvelle. Pirjan pohjaväri on vaalea ja peiteväri punaviiruinen. (Fruticetum n.d.; Hirvensalmen taimisto, 2015) Hedelmän malto on rapea, mutta muuttuu varastoitaessa nopeasti jauhoiseksi. Pirja tulisikin poimia hiukan raakana, sillä kypsänä poimittuna varastosäilyvyys lyhenee entisestään. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022) Muiden hyvien ominaisuuksiensa lisäksi Pirja on ollut pitkään suosittu kauppalajike varhaisatoisuutensa vuoksi.

Valkea kuulas (I-III) on alun perin Baltian alueelta kotoisin oleva lajike, joka levisi viljelyyn muuallekin jo 1800-luvun puolivälissä. Suomessa omenaa kutsuttiin ensin ”Valkoiseksi kirkasomenaksi”, Ranskassa lajike taas tunnetaan nimellä Transparente Blanche ja Yhdysvalloissa Yellow Transparent. (Fruticetum, n.d.) Nimet viittaavat siihen, miten kypsyessään lajikkeen hedelmät saavat vaalean värinsä ja ohuen kuorensa takia kirkkaan ja lähes läpinäkyvältä vaikuttavan, kuulaan pinnan. Vuonna 2007 ilmestyneessä Omenan viljely-teoksessa kuitenkin todetaan jo, että vaikka Valkea kuulas on tunnettu herkkuumenana, sitä ei enää suositella ammattiviljelyyn. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että lajikkeen käsittely on melko haastavaa. Hedelmät tulisi poimia mahdollisimman kypsänä, sillä raakana kerättynä ja varastoituna niiden maku ei kehity hyväksi. Kypsän hedelmän käsittely taas on vaikeaa, sillä

Valkea kuulas on erityisen herkkä kolhuille. Lajikkeen huonoja puolia ovatkin siten heikko varastokestävyys, lyhyt kauppakestävyys sekä itse viljelyssä alttius omenaruvelle. (Tahvonen ym., 2007, s. 187) Hedelmät ovat yleensä kooltaan keskikokoisia tai suuria. Väritys on vaalean viherävä (Fruticetum, n.d.), kypsänä hyvin vaalean keltainen ja kuulas (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022).

Y93151 (BM41497 x Y6012) on Luonnonvarakeskuksen vielä rekisteröimätön jaloste. Hedelmä on kooltaan keskikokoinen ja malliltaan pyöreähkö tai lyhyt ja kartiomainen. Hedelmän pinta on vahainen ja kiiltävä, kuori paksu ja vahva. Yleisväri on kirkas punainen, jossa tummat ja leveät juovat voivat peittää lähes koko omenan pinnan. Malto on pehmeää ja siinä on runsaasti punaista. Maultaan Y93151 on makea ja vähähappoinen. Lajikkeen varastosäilyvyys on 3–4 viikkoa, mutta liian kypsänä poimittuna säilyvyys heikkenee. Vahvan kuorensa ansiosta hedelmä ei ole herkkä käsittelylle. (Haikonen, henkilökohtainen tiedonanto, 27.1.2022 & Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022)

#### **4.2.2 Syyslajikkeet**

Oranie (I–II) on vanha lajike, joka on tullut Suomeen Ruotsista. Oranie on todennäköisesti ruotsalaisen Kaniker-lajikkeen siemenjälkeläinen 1700-luvulta. Eteläisimpään Suomeen rajoittuvasta menestymisvyöhykkeestään huolimatta lajike mainitaan talvenkestäväksi. Oranie on väritykseltään pääosin keltainen, auringon puolelta monesti hieman rusottava ja kuulasmaltonen herkkumuomena. Hedelmän malto on hienorakeinen ja kuulas. (Fruticetum, n.d.) Oranien kuori on ohut sekä vahainen. Hedelmä ei ole erityisen herkkä käsittelylle ja sen varastosäilyvyys on kohtalainen. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022)

Kaneliomenat ovat vanhoja venäläisiä lajikkeita, joista Keltakanelia on viljelty Kannaksenkin alueella jo 1800-luvun puolivälissä. Kanelit ovat melko terveitä ja talvenkestäviä, minkä takia ne soveltuvat hyvin viljeltäviksi pohjoisemmissakin olosuhteissa sekä luomuviljelyyn. (Tahvonen ym., 2007, s. 197) Hedelmän pohjaväri on keltainen ja peiteväri punaviiruinen. (Fruticetum, n.d.) Keltakanelin kuori on ohut, mutta sitkeä ja varastoitaessa se voi muuttua rasvaiseksi. Keltakaneli kestää hyvin käsittelyä ja se säilyy varastossa noin kuukauden. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022).

Sariola (I–IV) on syntynyt siemenkylvöstä Hämeessä, Eräjärven Nisulan talossa ja ensimmäiset maininnat lajikkeesta ovat jo 1900-luvun alusta. Sariola oli hyvin suosittu lajike ammattiviljelyssä pitkään ja sen hyviä ominaisuuksia ovat mm. hyvä taudin- ja talvenkestävyys. Sariolan ammattiviljelyn vähenemiseen on vaikuttanut sen sijaan hedelmän pieni koko ja heikko värittyminen erityisesti vanhemmissa puissa. (Tahvonen ym., 2007, ss. 194–195) Pohjaväriykseltään Sariola on kellertävän vaalea, usein punaviiruisella peitevärillä. Hedelmän malto on tiivis. (Fruticetum, n.d.) Sariolan kuori on sileä, kiiltävä ja kuivahko, eikä hedelmä ole käsittelylle erityisen herkkä (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022).

#### 4.2.3 Talvilajikkeet

Wealthy (I–III) on Yhdysvalloissa, Minnesotassa, 1860-luvulla marjaomenan siemenestä syntynyt lajike. Wealthya on kuvailtu satoisuudeltaan säännölliseksi ja todella hyväksi sekä erinomaiseksi mehuomenaksi. Wealthyn hyväksi ominaisuuksiksi voidaan lukea terveys sekä pitkä varastosäilyvyys. Wealthyn pohjaväri on vihreä ja peiteväri punainen ja viiruin. (Fruticetum, n.d.) Toisinaan hedelmissä voi olla hyvin runsas punainen peiteväri. Nuorissa puissa hedelmät ovat yleensä suurempia ja vanhoissa puissa hedelmien koko usein taantuu. (Hirvensalmen taimisto, 2015) Wealthyn kuori on ohut, mutta sitkeä ja vahainen tai rasvainen. Vahvapintaisuutensa takia hedelmä ei ole erityisen herkkä käsittelylle. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022)

Åkerö (I–III) on vanha ruotsalainen lajike 1700-luvulta, joka levisi Suomeenkin jo 1800-luvun puolivälin jälkeen. Lajikkeen emopuun tiedetään olevan Södermanlannista, Åkerön tilalta, mutta tarkemmasta alkuperästä ei ole varmuutta. 1920-luvun lopulla Åkerö oli kolmanneksi yleisin viljelyssä oleva lajike Suomessa. (Fruticetum, n.d) Lajike olikin vuosikymmeniä kauppavakiolajike, mutta nykyään se on ammattiviljelyssä vähentynyt (Tahvonen ym., 2007, s. 203) Syynä ammattiviljelyn vähentymiseen on todennäköisesti ainakin lajikkeen taipumus jaksottaissatoisuuteen. Lisäksi hedelmien koko taantuu vanhoissa puissa (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022). Toisaalta Åkerön hyvät ominaisuudet, kuten esimerkiksi kohtalaisen hyvä terveys, voi antaa lajikkeelle mahdollisuuksia luomuviljelyssä (Tahvonen ym., 2007, s. 203). Åkerön pohjaväri on vaalean keltainen ja peiteväri tiilenpunainen, mutta erilaisia muunnoksia on paljon. Hedelmän malto on tiivis. (Fruticetum,

n.d.) Åkerön kuori on vahva ja himmeä, eikä hedelmä ole herkkä käsittelylle. Varastosäilyvyyteen voi vaikuttaa Åkerön alttius tuppilohomeelle. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022)

Signe Tillisch (I) on 1800-luvulta peräisin oleva tanskalainen lajike. Signe Tillisch menestyy vain hyvin eteläisillä alueilla ja vaatii talvenarkana lajikkeena lämpimän kasvupaikan. Hedelmät ovat suuria ja väritykseltään pääosin keltaisia, joskin auringon puolelle hedelmään voi kypsyessä tulla hieman tiilenpunaista hohtoa. (Fruticetum, n.d.) Hedelmän kuori on ohut ja vahainen tai rasvainen ja malto rapea. Ohuesta kuoresta huolimatta Signe Tillischin ei ole huomattu olevan erityisen herkkä käsittelylle ja sen varastosäilyvyyden pitäisi olla hyvä, jos hedelmät ehtivät kehittyä hyvin syksyn aikana. (Kinnanen, henkilökohtainen tiedonanto, 6.2.2022)

#### **4.2.4 Kauppalajikkeet (talvi)**

Ruotsalainen Aroma (I–II (III)) jalostettiin alun perin jo vuonna 1947 risteyttämällä lajikkeet Ingrid Maria ja Filippa. 1970-luvun alussa Aroma nimettiin viljelylajikkeeksi. Amorosa on Aroman punainen muunnos. Hedelmät kypsyvät syyskuun lopulla ja säilyvät joulun asti. (Fruticetum, n.d.)

Rubinola (Prima x Rubin) (I–II) on tšekkiläinen, kauppalajikkeeksi vuonna 1997 rekisteröity lajike. Rubinola on kasvattanut suosiotaan Ruotsissa 2000-luvun aikana mm. terveytensä takia. (Blomsterlandet, n.d.) Suomessa Rubinola on viljelyssä vielä suhteellisen uusi, mutta meilläkin se on saanut nopeasti suosiota. Rubinolan pohjaväri on loistavan keltainen ja peiteväri punainen. Malto on rapeaa ja kuori vahainen. Rubinolalla on todettu olevan erityisen korkea C-vitamiinipitoisuus. (Ålands Trädgårdshall, n.d.)

Alun perin Kanadasta kotoisin oleva Lobo (I–II) on McIntosh-lajikkeen vapaapölytystaimi Tahvonen ym., 2007, s. 199). Loba on viljelty jo 1930-luvulta lähtien (HML ry., n.d.) ja se on viime vuosiin asti ollut yksi suosituimmista ja yleisimmistä viljelylajikkeista (Fruticetum, n.d.). Lobon suosion vähenemiseen ammattiviljelyssä vaikuttaa ainakin lajikkeen herkkyyden omenaruvelle (Tahvonen, ym., 2007, s. 200).

Rajka (Golden Delicious x Lord Lambourne) on Rubinolan tavoin tšekkiläinen, 1990-luvulla kauppalajikkeeksi tuotu talviomena. Pohjaväri on keltainen ja peiteväri syvän punainen. Rajka on jalostettu tautiresistentiksi ja siitä on siksi tullut nopeasti suosittu viljelyssä. (Orange Pippin, 2021)

## 5 Havainnot

Työhön liittyvät havainnot on jaettu poimintaa edeltäviin sekä sen jälkeisiin havaintoihin. Poimintaa edeltävät havainnot käsittävät DA-mittaukset geenivaratarhojen omenoista ennen sadonkorjuuta. Mittausten tarkoituksena oli kerätä tietoa omenoiden DA-indeksin kehittymisestä niiden kypsyessä. Varsinaisessa sadonkorjuun ajankohdan määrittelyssä käytettiin kuitenkin jodivärjäystä ja aistinvaraisia menetelmiä.

Poiminnan jälkeen tehtiin poiminta- ja varastohavainnot (A–E). Nämä havainnot käsittävät sadonkorjuun jälkeen tehdyt mittaukset, joissa käytettiin DA-mittarin lisäksi muita kypsyden määrittelyn menetelmiä. Poiminta- ja varastohavainnot sijoituivat pitkälle aikavälille heinäkuusta 2021 tammikuulle 2022 ja havaintoja sekä erilaisia mittauksia teki useampi henkilö, mikä huomioitiin myös tulosten tulkinnassa.

### 5.1 Poimintaa edeltävät havainnot DA-mittarilla

Yltöisten ja Tuorlan geenivaratarhojen lajikkeista kerättiin tietoa ennen poimintaa DA-mittarin avulla. Puut oli valittu ja merkitty jo aiemmin osaksi muita kokeita ja niihin liittyviä havaintoja ja merkityille puille oli tehty raakileharvennus sekä satoarvio tulevia satonäytteitä ajatellen. DA-mittarilla suoritettaviin havaintoihin valittiin tietty määrä lajikkeita näistä samoista havainnoitavista puista. Kauppalajikkeet eivät olleet mukana poimintaa edeltävissä havainnoissa.

Jokaisesta lajikkeesta valittiin yksi puu, joista valikoitiin kustakin 10 omenan joukko tarkkailuun. Tarkkailuun pyrittiin valitsemaan mahdollisimman samankaltaisia, ominaisuuksiltaan ja kypsymisasteeltaan tavanomaisia ja lajiketyypillisiä yksilöitä. Valitut omenat merkittiin vedenkestävällä tussilla juoksevalla numeroinnilla 1–10. Jos omenoita

pilaantui tai putosi tarkkailujakson aikana, ne korvattiin uusilla. Aluksi uudelle omenalle annettiin sama numero kuin pudonneelle omenalle, mutta myöhemmin siirryttiin selkeämpään tapaan jatkaa juoksevaa numerointia. Uusien omenoiden numerointia jatkettiin siis 11, 12, 13, jne.

Mittaukset pyrittiin tekemään vähintään kerran, välillä kahdesti viikossa. Toisinaan sääolosuhteet tai aikatauluongelmat aiheuttivat sen, ettei mittauksia voitu tehdä niin säännöllisesti kuin oli tavoitteena. Lisäksi mittauskerroissa ja mittausajanjakson pituudessa oli eroa lajikkeiden välillä. Tämä saattoi johtua esimerkiksi siitä, että jotkin lajikkeet kypsyivät odotettua nopeammin tai hitaammin, tai koska mittauksia ei ehditty joidenkin lajikkeiden kohdalla aloittaa tarpeeksi aikaisin. Mittauskertoja oli lajikkeesta riippuen 4–10 (Kaavio 1). Joidenkin lajikkeiden kohdalla mittaustuloksissa on mukana myös viimeinen, poimintaa ennakoiva pienempi mittauserä (noin kolme omenaa). Lajikekohtaiset mittausajat vaihtelivat viikosta seitsemään viikkoon.

Yhdestä omenasta otettiin kaksi mittaustulosta, aina yksi vastakkaisilta puolilta, valo- ja varjokohdan välistä. Lukema pyrittiin ottamaan aina suurin piirtein samasta kohdasta. Oikean mittauskohdan valinta ei kuitenkaan riippunut vain sopivan valo-varjokohdan löytämisestä, kun asiaan vaikutti myös itse hedelmän sijainti ja asento puussa, sekä sen herkkyys käsittelylle tai liikuttelulle. DA-mittari ei myöskään aina antanut mittaustulosta. Näissä tapauksissa kyse saattoi olla tietyistä lajikkeista, joista oli syystä tai toisesta keskimääräistä hankalampaa saada tulosta DA-mittarilla. Ongelma saattoi myös olla esimerkiksi hedelmän pinnassa (kuoren korkkeuma, auringon puoli, jne.) jolloin mittauskohtaa oli toisinaan vaihdeltava tuloksen saamiseksi. Mittaustulokset tallennettiin Excel-taulukon ja jokaisesta ryhmästä laskettiin keskiarvo, joka kuvaa parhaiten puun hedelmien keskimääräistä DA-indeksiarvoa.

DA-mittarin rinnalla lajikkeiden kypsymistä tarkkailtiin jodivärjäyksen avulla. Joditestit oli tarkoitus tehdä noin kolme päivää ennen oletettua poiminta-ajankohtaa, mutta testivärjäyksiä tehtiin joidenkin lajikkeiden kohdalla myös useammin oikean poiminta-ajankohdan ennakoimiseksi. Poiminta-ajankohdan arvioinnissa jodivärjäys tehtiin ja tarkkelysindexi määriteltiin tyypillisesti kolmelle omenalle. Toisinaan käytettiin vain yhtä

omenaa, esimerkiksi silloin, jos puun sato oli alhainen ja haluttiin varmistaa hedelmien riittävyys näyte-eriä varten. Poimintakypsyyden tärkkelysindeksin tavoitearvona oli kesälajikkeilla 7–8, syys- ja talvilajikkeilla 6–7.

## 5.2 Poiminnan jälkeiset havainnot

Kun poiminta-ajankohta oli päätetty, kerättiin varsinaiset satonäytteet, eli 24–35 omenaa/lajike varastointia ja havaintoja varten. Näyte-eristä oli tavoitteena saada poimintahavainto (A) ja varastohavainnot (B, C, D ja E). Poimintahavainnot tehtiin aina poimintaa seuraavana päivänä ja varastohavainnot tasaisin väliajoin säilytyksen aikana. Kesälajikkeilla havainnointiväli oli yksi viikko, syyslajikkeilla kolme viikkoa ja talvilajikkeilla kuusi viikkoa. Kauppalajikkeiden havainnointiväli oli kolme viikkoa, eli lyhyempi kuin muilla talvilajikkeilla. Tämä johtui siitä, että omenoita samoista näyte-eristä käytettiin eräissä toisessa Luonnonvarakeskuksen varastolaatuun liittyvässä kokeessa, jossa mittaukset tehtiin kolmen viikon välein. Havainnot tehtiin lähtökohtaisesti aina kuudesta omenasta. Tehtyihin havaintoihin kuuluivat mittaus DA-pikamittarilla, kiinteysmittaus käsipenetrometrillä, jodivärjäys sekä mehustus ja mehun pakastus myöhempiä mittauksia varten.

Poimintahavaintojen (A) yhteydessä omenat jätettiin poiminnan jälkeen yöksi huoneenlämpöön, jotta hedelmät jäähtyisivät huoneenlämpöiseksi varastointia varten. Poimintaa seuraavana päivänä tehtiin havainnot. Ensin koko näyte-erä punnittiin, jonka jälkeen valittiin satunnaiset 6 omenaa poimintahavaintoihin ja loput siirrettiin kylmiöön. Kylmiön keskilämpötila säilytyksen aikana oli noin + 2 °C ja ilmakeuhuus välillä 80–100 % RH. Varastohavaintojen (B, C, D, E) kohdalla kuusi näyteomenaa otettiin huoneenlämpöön vähintään tunti ennen havainnointia, eikä omenoita enää punnittu, muuten suoritettiin samat mittaukset ja toimenpiteet kuin A-havaintojen yhteydessäkin.

Jodivärjäyksiä tehtiin havaintojen yhteydessä niin kauan, että näyte-erän omenista vähintään yli puolet olivat saavuttaneet tärkkelysindeksiasteikon mukaisen nautintakypsyyden (tärkkelysindeksin keskiarvo vähintään 9,5). Joistakin eristä saattoi siis tulla vähemmän ja toisista enemmän havaintokertoja, riippuen jodivärjäyksen antamista

tuloksista. Neljännen varastohavainnon (E) jälkeen havaintoja ei enää jatkettu, vaikka toivottua tärkkelysindeksin astetta ei olisikaan saavutettu.

Mehustukseen käytettiin kaikki jäljellä oleva aines näyte-erästä. Valmiit näytteet pakastettiin myöhempiä mittauksia varten, jotka tehtiin myöhemmin syksyllä ja talvella. Havaintoja varten pakastetut mehunäytteet sulatettiin ja sentrifugoitiin. Sentrifugoinnissa tai fuugauksessa mehu pyrittiin kirkastamaan ja erottamaan sakeampi osa. Sentrifugi toimii eräänlaisena linkona, jolloin riittävän suurella kierrosnopeudella neste ja kiinteä aines saadaan erotettua toisistaan keskipakovoiman avulla. Sentrifugi-käsittelyn jälkeen kirkkaampaa osaa voitiin käyttää mittauksiin. Fuugatuista näytteistä mitattiin mehun happamuus (pH-arvo), kolmen rinnakkaisnäytteen liukoisten sokerien pitoisuus (brix-arvo) sekä happo-emästitrauksella kolmen rinnakkaisnäytteen happopitoisuus.

Kuva 7. Sentrifugi (Beckman Model J2-21M). Kuvassa mehunäyteputkilot ovat kehässä sentrifugin roottorissa eli pyörityksessä ennen sentrifugointia.



Kuva 8. Automaattinen titraattori (Titroline Easy SCHOTT Instruments).



### 5.3 Mittaustulosten käsittely

Kaikki havaintoihin liittyvät mittaustulokset koottiin Excel-tiedostoon. Ennen poimintaa tehdyistä DA-mittauksista laskettiin erän keskiarvo/mittauskerta ja näiden lukujen perusteella tehtiin kaavio DA-indeksin kehityksestä eri lajikkeilla/mittauskerta (Kaavio 1). Poiminta- ja varastohavainnoista koottiin tiedot mm. kunkin lajikkeen poiminta- ja varastointiajasta, DA-indeksistä, tärkkelysindeksistä ja kiinteydestä, sekä mehuista tehdyistä mittauksista. Tietojen pohjalta koostettiin yhdistelmätaulukko (Liite 1). Yhdistelmätaulukossa yksi havaintokerta vastasi kuuden omenan näyte-erää ja kaikista näistä kuudesta näytteestä saaduista tuloksista laskettiin keskiarvo, josta saatiin kulloisenkin havaintokerran mittaustulos. Nämä tulokset DA-indeksistä, tärkkelysindeksistä, kiinteydestä ja brix-luvusta esitetään työssä pylväsdiagrammeina (Kaaviot 2–5), jossa havaintokerrat A–E kertovat siis kyseisten havaintokertojen näyte-erien mittaustulosten keskiarvot. Kaikissa DA-arvoissa käytettiin kahdesta tuloksesta itse laskettua keskiarvoa, sillä mittarin automaattisesti antama keskiarvo ei aina ollut täysin johdonmukainen. Yhdistelmätaulukossa esitettyjä lukuja lisäksi pyöristettiin, mutta pylväskaaviot piirrettiin tarkkojen keskiarvolukujen perusteella. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset -kappaleessa tärkkelysindeksistä

käytetään myös asiayhteydestä riippuen tasaluvuiksi pyöristettyjä indeksin arvoja luettavuuden helpottamiseksi.

Yhdistelmätaulukkoon lisättiin myös mehunäytteistä mitatut happopitoisuudet (Liite 1 ja Kaavio 6) havaintokerroittain. Titraus perustui mehun ja titranttiliuoksen (0,1M NaOH) väliseen reaktioon, jonka vaikutuksia mitattiin pH-mittarin avulla. Näytteet titrattiin pH-arvoon 8,1 ja tähän vaadittu NaOH:in kulutus kirjattiin ylös. Laskutoimitukset perustuvat titrauksessa määriteltyyn NaOH:in kulutukseen. NaOH:n kohdalla käytettiin kolmesta rinnakkaisnäytteestä saatua keskiarvoa. Happopitoisuuden laskukaava on OECD:n ohjeen mukaan happopitoisuus (percentage acid) = titre (emäksinen titranttiliuos) x acid factor (happovakio) x 100 / 10 (ml mehua). Omenoille on määritelty OECD:n ohjeessa omenahapon happovakio, joka on 0,0067. (OECD, 2009, s. 14) Työhön liittyvissä mittauksissa kaavaa on sovellettu, jolloin laskukaava oli seuraava: NaOH kulutus (3 näytteen keskiarvo) (ml) x 0,1 (emäsluoksen konsentraatio) x 0,067 (happovakio) x 100 % / 3 (mehunäytteen määrä) (ml).

Taulukkoa varten myös laskettiin lajikekohtainen Streifin indeksi havaintokerroittain (Liite 1 sekä Kaaviot 7 ja 8). Streifin indeksi on J. Streifin kehittämä kaava, jolla pyritään määrittämään optimaalinen aika sadonkorjuulle. Indeksi perustuu kolmen erilaisen kypsyyttä mittaavan menetelmän antamaan arvoon ja lasketaan kaavalla (F/RxS). Kaavan menetelmät ovat kiinteysmittaus (fruit firmness), sokeripitoisuus (soluble solids) ja tärkkelysindeksi/jodivärjäys (starch conversion stage). Kaavassa F vastaa kiinteyttä (penetrometrin arvo, kg), R sokeripitoisuutta (refraktometrinen arvo %) ja S tärkkelysindeksiä (jodiasteikko 1–10). Toisin sanoen, indeksi on yhtä kuin kiinteys/ brix-%/ tärkkelysindexillä. Kuten DA-mittarinkin tapauksessa, myös Streifin indeksin arvojen on todettu olevan lajikekohtaisia, mutta suhteellisen riippumattomia muista kasvuolosuhteista. Aiemmassa tutkimuksessa määritetty poimintakypsyyden Streifin indeksin ohjearvo on esimerkiksi Elstar-lajikkella 0,30, Golden Deliciousilla 0,10 ja Jonagoldilla 0,07 (Streif, 1996, s. 15).

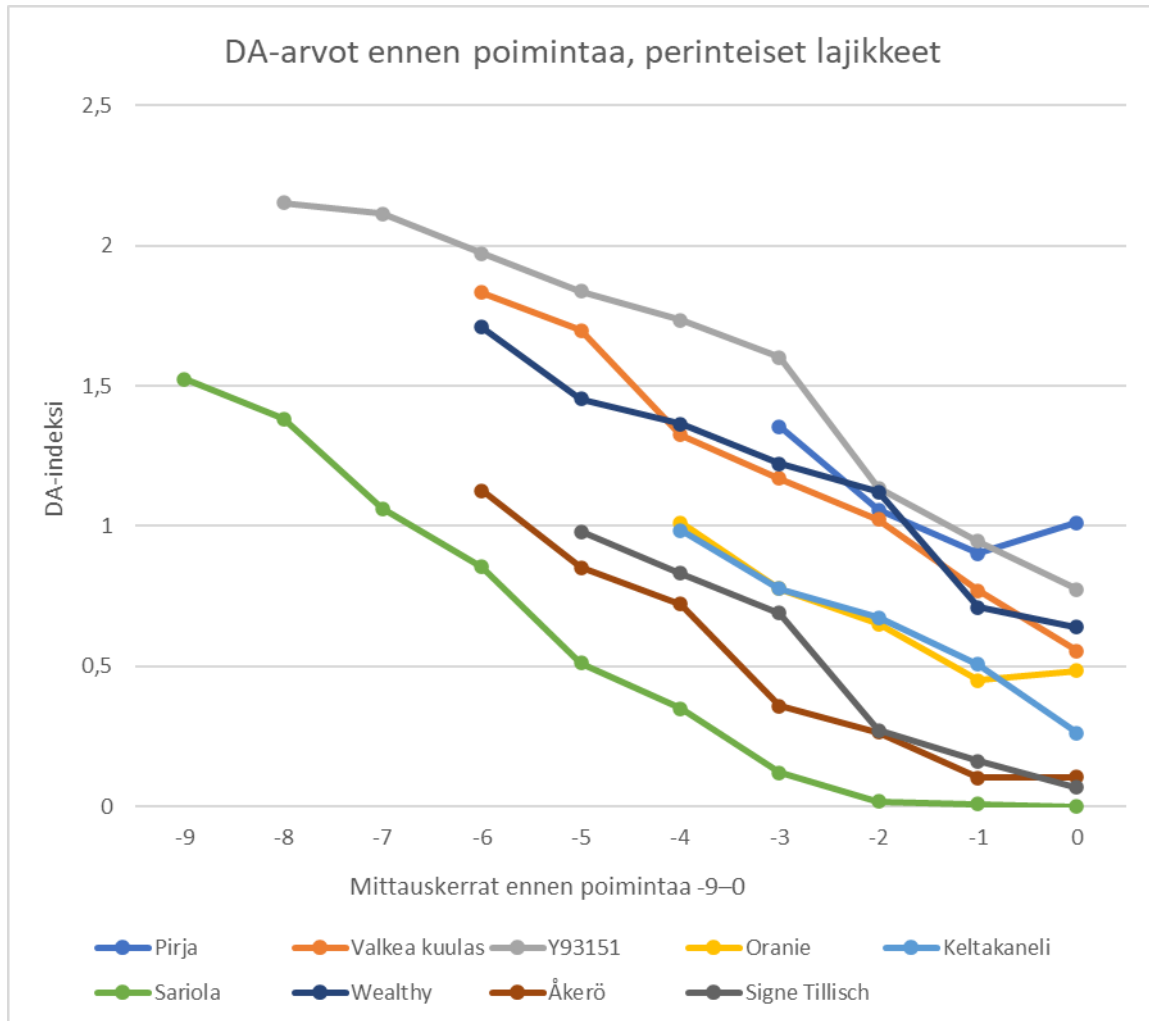
Hedelmien nautintakypsyys määriteltiin tärkkelysindexin perusteella. Kun yhden näytteen, eli kuuden omenan tärkkelysindexin keskiarvo oli vähintään 9,5, katsottiin erän saavuttaneen nautintakypsyyden eikä jodivärjäksiä tämän jälkeen yleensä enää tehty. Poikkeuksena olivat kauppalajikkeet, jotka olivat myös osa toista koetta sekä perinteisistä

lajikkeista Wealthy. Näiden lajikkeiden tärkkelysindeksin tuloksia mitattiin vielä nautintakypsyyden saavuttamisen jälkeenkin. (Liite 1)

## 6 Tulokset

DA-mittarin käyttöohjeen mukaan mittarin antamien arvojen tulisi olla välillä 0–5, jossa 0 vastaa täysin kypsää hedelmää (Sintéleia, 2020, s. 23). Perinteisten lajikkeiden DA-indeksin kehitystä seurattiin lajikkeesta riippuen 1–7 viikkoa ennen poimintaa. Lähes kaikkien perinteisten lajikkeiden DA-arvot olivat poimittaessa alle 1 ja matalimmat lukemat ennen poimintaa olivat Sariolalla, Åkerölla ja Signe Tillischilla (Kaavio 1). Poiminta-ajankohdan lähestyessä päätöksiä sadonkorjuusta tehtiin jodivärjäysten perusteella. Poimintapäätökset tehtiin kesälajikkeiden kohdalla sekä aistinvaraisesti (esimerkiksi maun) että jodivärjäyksen antamien tulosten perusteella. Monien syys- ja talvilajikkeiden kohdalla poimintapäätökseen vaikutti enemmän hedelmien irtoavuus ja niiden variseminen puusta. Esimerkiksi Oranien ja Sariolan kohdalla tärkkelysindeksin tulokset ennen poimintaa poikkesivat niin paljon muista kypsyyssarvioista, että tärkkelysindeksin tuloksia ei huomioitu. Kauppalajikkeiden (Amorosa, Rubinola, Lobo, Rajka) DA-indeksistä ei kerätty tietoa ennen poimintaa. Kauppalajikkeiden poimintapäätös tehtiin jodivärjäysten ja aistinvaraisten menetelmien perusteella. Lisäksi poiminnan ajoittamiseen vaikuttivat työaikataulut sekä se, että hedelmien tarkkailu ja sadonkorjuu vaati erillistä matkustamista tarhalle.

Kaavio 1. DA-arvot ennen poimintaa, perinteiset lajikkeet. Viivakaaviossa on esitetty eri lajikkeiden DA-arvojen (DA-indeksi, y-akseli) kehitys mittauskerroittain (-9–0, x-akseli) ennen sadonkorjuuta.



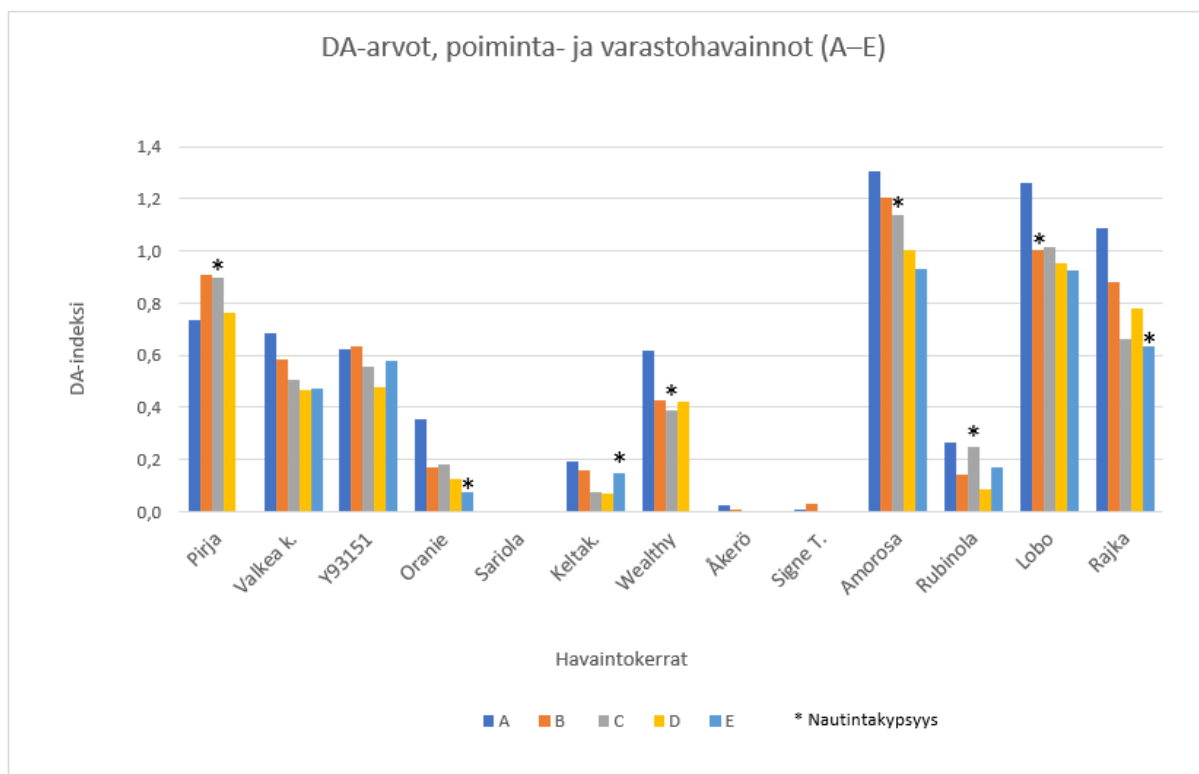
## 6.1 Poiminta- ja varastohavainnot (A–E)

DA-mittarilla saadut arvot perinteisten lajikkeiden poiminta- ja varastohavainnoissa olivat välillä 0–0,91. Tietyillä lajikkeilla mittari ei antanut enää luotettavia arvoja. Näin tapahtui esimerkiksi Sariolan kohdalla, jonka DA-arvo oli käytännössä 0 jo ennen poimintaa. DA-mittaustuloksissa matalimmat tulokset koko varastoinnin ajalta olivat niin ikään Sariolalla. Myös Åkerön ja Signe Tillischin DA-arvot olivat jo poimintahetkellä lähes 0. Perinteisistä lajikkeista korkeimmat DA-arvot olivat Pirjalla. DA-mittaustulokset kauppalajikkeiden poiminta- ja varastohavainnoissa olivat välillä 0,09–1,31. Kauppalajikkeista Rubinolan arvot

olivat varastoinnin ajalta kaikkein matalimmat ja korkeimmat arvot olivat Amorosalla.

(Kaavio 2)

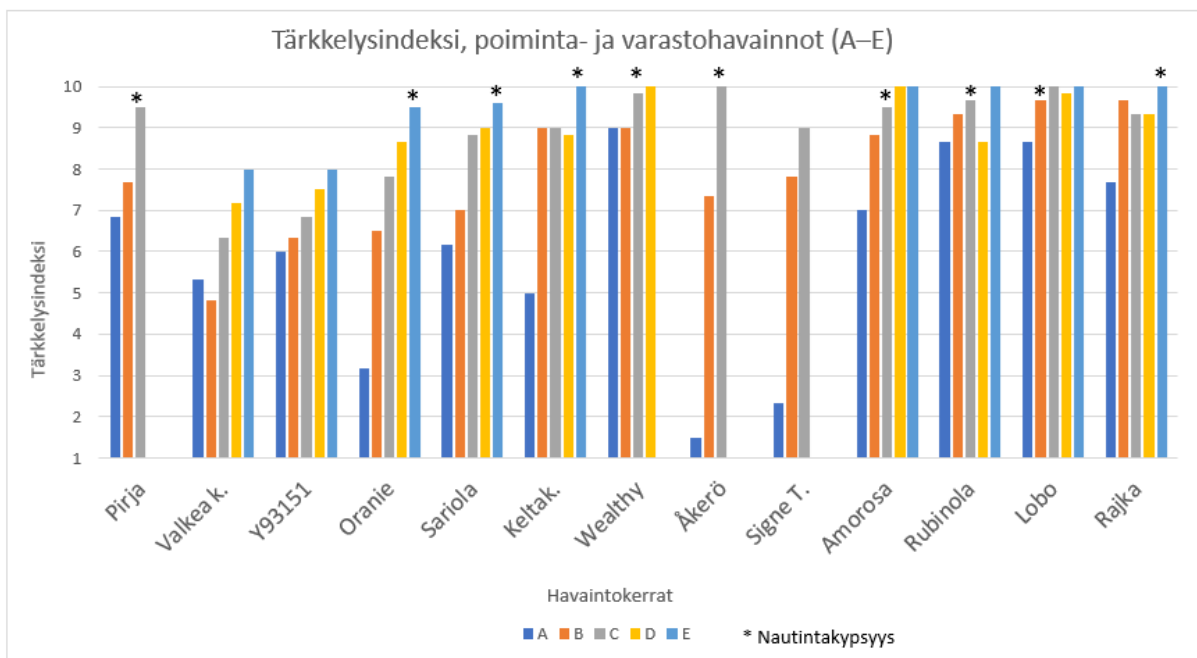
Kaavio 2. DA-arvot, poiminta- ja varastohavainnot (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa DA-arvojen kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Pylväsdiagrammissa esitetään mittaustulosten keskiarvot havaintokerroittain. DA-mittaustulokset on esitetty lajikkeittain (x-akseli) ja DA-indeksinä (y-akseli). Nautintakypsyys on merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle. Hyvin matalien DA-arvojen takia Sariolan ja Åkerön havaintokerrat eivät näy kunnolla pylväsdiagrammissa, eikä niiden nautintakypsyyttä ole siksi merkitty diagrammiin.



Poiminta- ja varastohavaintojen yhteydessä kaikki perinteiset lajikkeet eivät saavuttaneet tavoiteltua nautintakypsyttä (tärkkelysindeksi 9,5–10). Nautintakypsyden saavutti kaikista kolmestatoista lajikkeesta kymmenen. Nautintakypsyttä eivät saavuttaneet Valkea kuulas, Y93151 ja Signe Tillisch. Lobo saavutti nautintakypsyden havaintokerralla B. Pirja, Wealthy, Åkerö, Amorosa ja Rubinola saavuttivat nautintakypsyden havaintokerralla C. Oranie, Sariola, Keltakaneli ja Rajka saavuttivat nautintakypsyden havaintokerralla E. Vaikka Rajka näytti saavuttaneen nautintakypsyden yhdistelmätaulukon mukaan jo havaintokerralla B, tulos luokiteltiin poikkeavaksi ja Rajkan katsottiin saavuttaneen nautintakypsyden havaintokerralla E. (Liite 1 ja Kaavio 3) Lopuista perinteisistä lajikkeista tehtiin havainnot A–

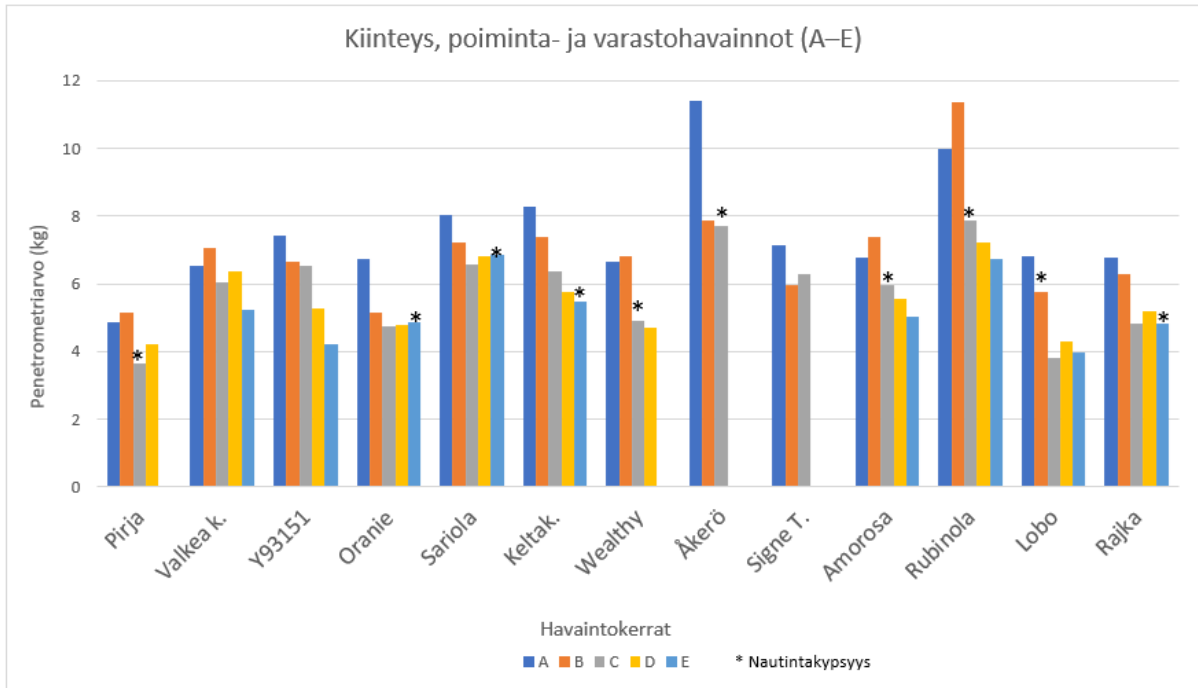
E, mutta näistä Valkea kuulas ja Y93151 eivät saavuttaneet nautintakypsyyttä varastoinnin aikana. Signe Tillisch, josta tehtiin havainnot A–C, taas pilaantui eikä myöskään saavuttanut nautintakypsyyttä varastoinnin aikana. (Kaavio 3) Kaikkien neljän kauppalajikkeen mittauksia jatkettiin tärkkelysindeksin tuloksista huolimatta havaintokertaan E asti. Taulukossa ja kaavioissa esitetyt luvut perustuvat havaintokertojen keskiarvoihin ja jodiväryjysten tekeminen yleensä lopetettiin siinä vaiheessa, kun yli puolet havaintokerran näytteistä oli saavuttanut nautintakypsyyden.

Kaavio 3. Tärkkelysindeksi poiminta- ja varastohavainnoissa (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa tärkkelysindeksin kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Lajikekohtainen arvo edustaa havaintokerran keskiarvoa. Tärkkelysindeksi on esitetty pylväsdiagrammissa lajikkeittain (x-akseli) asteikolla 1–10 (y-akseli). Nautintakypsyys (tärkkelysindeksi 9,5–10) on merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle.



Åkeröltä ja Signe Tillischilta tehtiin kiinteysmittauksen kohdalla havainnot A–C, Pirjalta ja Wealthylta havainnot A–D. Lopuista lajikkeista tehtiin kaikki havainnot (A–E). Perinteisistä lajikkeista keskimäärin korkeimmat arvot kiinteydessä oli Åkeröllä ja matalimmat Pirjalla. Kauppalajikkeista korkeimmat arvot olivat Rubinolalla ja matalimmat Lobolla. (Kaavio 4)

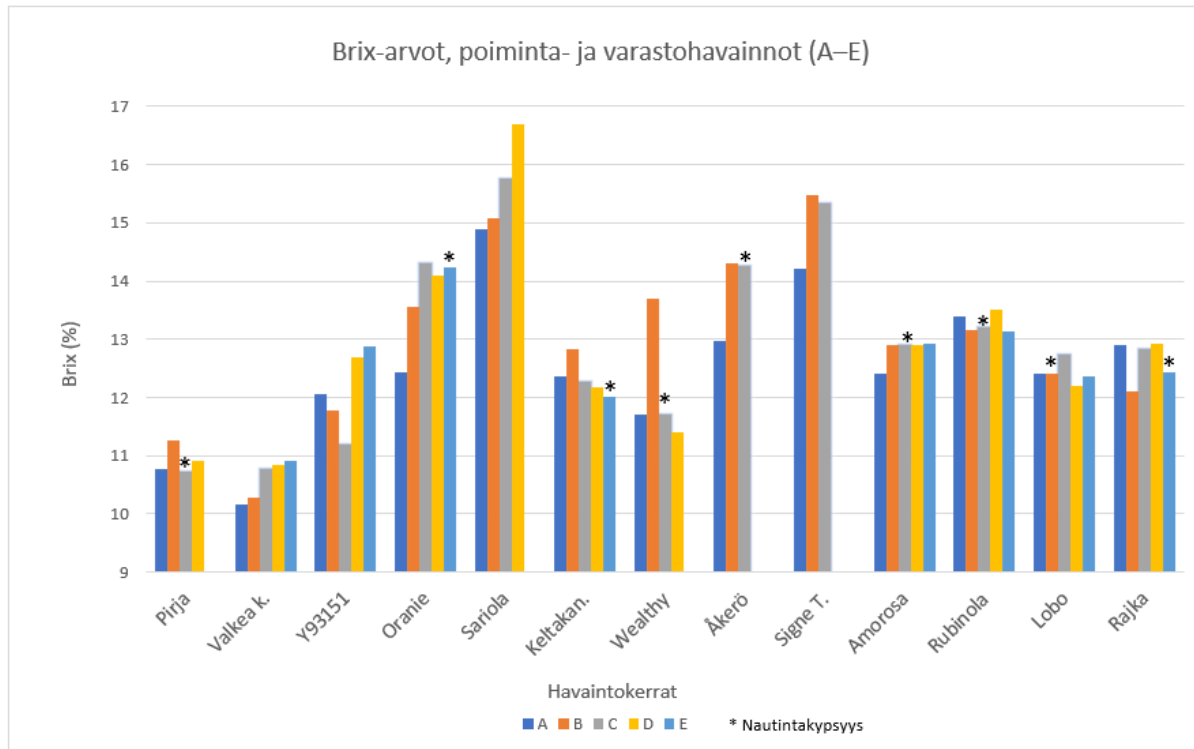
Kaavio 4. Kiinteys poiminta- ja varastohavainnoissa (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa kiinteiden kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Pylväsdiagrammissa esitetään mittaustulosten keskiarvot havaintokertoittain. Kiinteysarvot on esitetty pylväsdiagrammissa lajikkeittain (x-akseli) ja penetrometriarvona (kg) (y-akseli). Nautintakypsyyden merkitys on merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle.



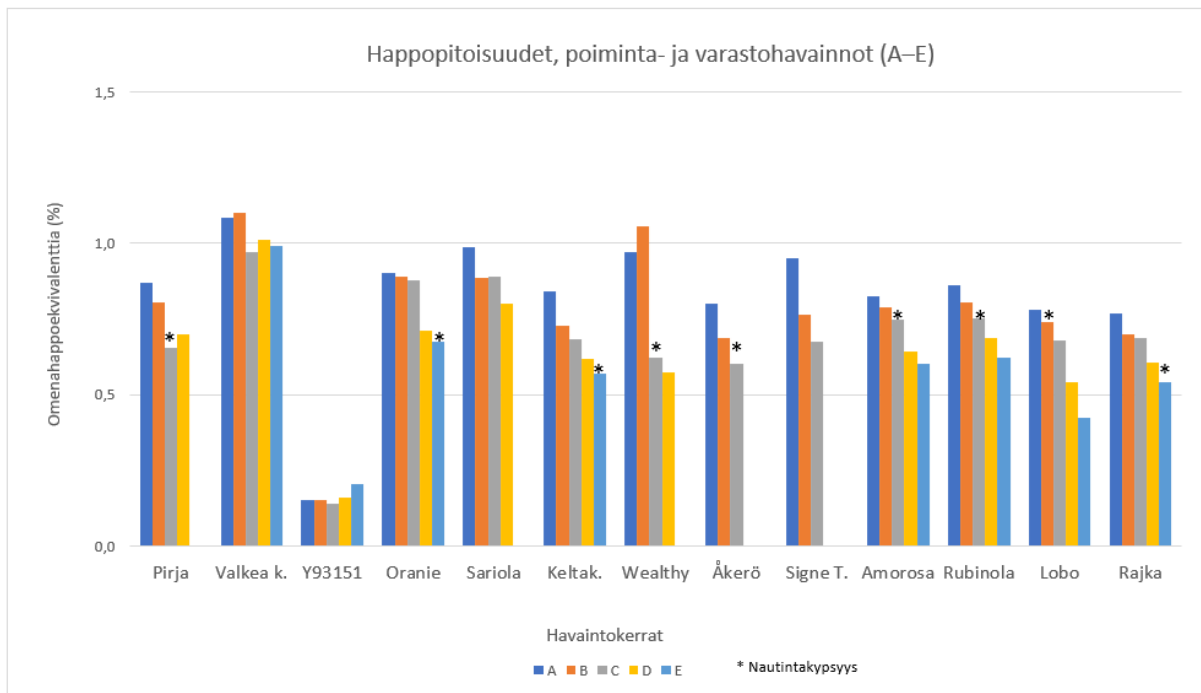
## 6.2 Mehuista tehdyt mittaukset

Sekä brix-arvojen että happopitoisuuksien osalta Åkerösta ja Signe Tillischista tehtiin havainnot A–C. Pirjasta, Sariolasta ja Wealthysta tehtiin havainnot A–D. Lopuista lajikkeista tehtiin kaikki havainnot (A–E). Lajikkeiden brix-arvot sijoittuivat välille 10,2–16,7. Korkeimmat arvot oli Sariolalla ja Signe Tillischillä, matalimmat Pirjalla ja Valkea kuulaalla. Lajikkeiden happopitoisuudet olivat välillä 0,14–1,10. Korkeimmat happopitoisuuden arvot oli Valkea kuulaalla ja matalimmat Y93151:llä. (Kaaviot 5 ja 6)

Kaavio 5. Brix-arvot poiminta- ja varastohavainnoissa (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa brix-arvojen kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Pylväsdiagrammin havaintokerrat A–E kuvaavat havaintokertojen näyte-erien mehunäytteistä otetun kolmen rinnakkaisnäytteen keskiarvoja. Brix-arvot on esitetty pylväsdiagrammissa lajikkeittain (x-akseli) ja brix-prosenttina (y-akseli). Nautintakypsyyden merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle. Sariolalta puuttuu brix-luku havaintokerrasta E, jolloin lajike saavutti nautintakypsyyden.



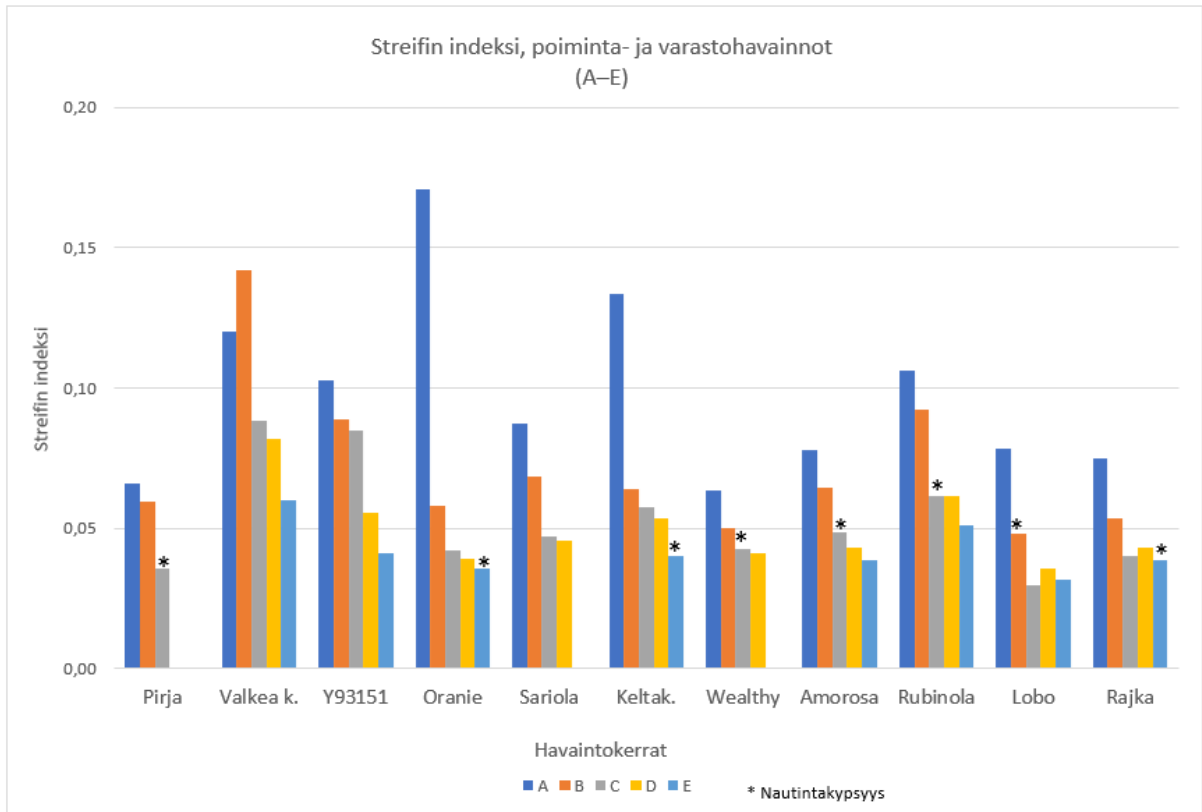
Kaavio 6. Happopitoisuudet poiminta- ja varastohavainnoissa (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa omenamehun happopitoisuuden kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Laimennetusta mehusta tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä, joista mitattiin NaOH:in kulutus titraamalla. Rinnakkaisnäytteiden tuloksista laskettiin keskiarvo, jota käytettiin happopitoisuuden laskemiseen. Arvot on esitetty lajikkeittain (x-akseli) ja omenahappoekvivalentti prosentteina (y-akseli). Nautintakypsyys on merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle. Sariolalta puuttuu havaintokerta E, jolloin lajike saavutti nautintakypsyden.



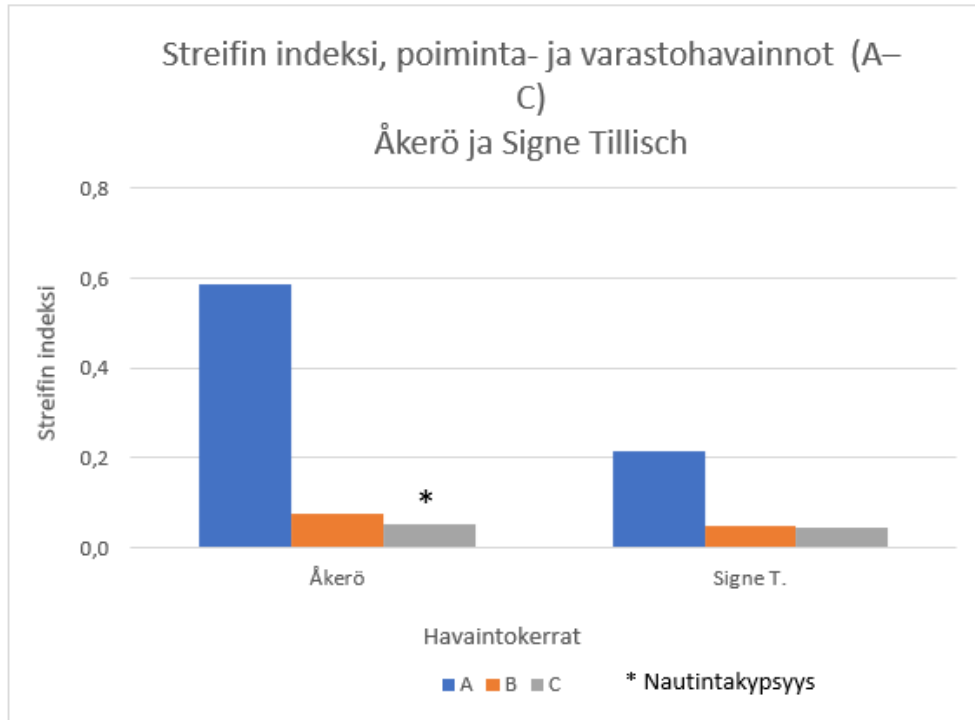
### 6.3 Streifin indeksi

Työssä käsiteltävien lajikkeiden Streifin indeksit sijoituivat poimintahavainnoissa välille 0,06–0,59. Nautintakypsyden indeksiarvot sijoituivat välille 0,04–0,06. Kaikilla työssä mukana olleilla lajikkeilla oli indeksin arvoissa laskeva linja. Selkeästi poikkeavia tuloksia oli poimintahavaintojen (A) Streifin indeksissä lajikkeilla Oranie, Keltakaneli, Åkerö ja Signe Tillisch. (Kaaviot 7 ja 8) Åkerön ja Signe Tillischin poimintahavainnon (A) tulokset poikkesivat muista niin merkittävästi, että niiden tulokset sijoitettiin omaan kaavioonsa (Kaavio 8).

Kaavio 7. Streifin indeksi poiminta- ja varastohavainnoissa (A–E). Pylväsdiagrammi kuvaa Streifin indeksin kehittymistä eri lajikkeilla poiminta- ja varastohavaintojen (A–E) aikana. Streifin indeksi laskettiin käyttämällä havaintokertojen A–E tuloksia kiinteydestä, brix-arvosta ja tärkkelysindexistä. Tulokset on esitetty pylväsdiagrammissa lajikkeittain (x-akseli) ja Streifin indeksinä (y-akseli). Nautintakypsyys on merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle. Sariola saavutti nautintakypsyyden havaintokerralla E, mutta koska havaintokerralta puuttuu brix-luku, se ei näy pylväsdiagrammissa.



Kaavio 8. Streifin indeksi poiminta- ja varastohavainnoissa (A–C) lajikkeilla Åkerö ja Signe Tillisch. Pylväsdiagrammi kuvaa Streifin indeksin kehittymistä poiminta- ja varastohavaintojen (A–C) aikana. Streifin indeksi laskettiin käyttämällä havaintokertojen A–C tuloksia kiinteydestä, brix-arvosta ja tärkkelysindeksistä. Tulokset on esitetty pylväsdiagrammissa lajikkeittain (x-akseli) ja Streifin indeksinä (y-akseli). Nautintakypsyyden merkitty tähdellä havaintokertaa kuvaavan pylvään päälle.

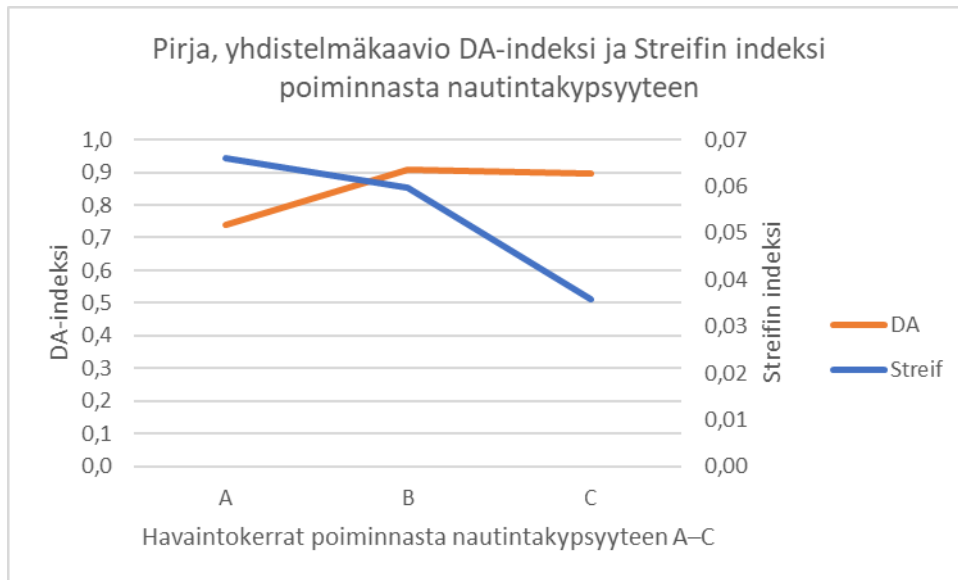


#### 6.4 DA-indeksin vertailu muihin kypsyyden määrittämisen menetelmiin

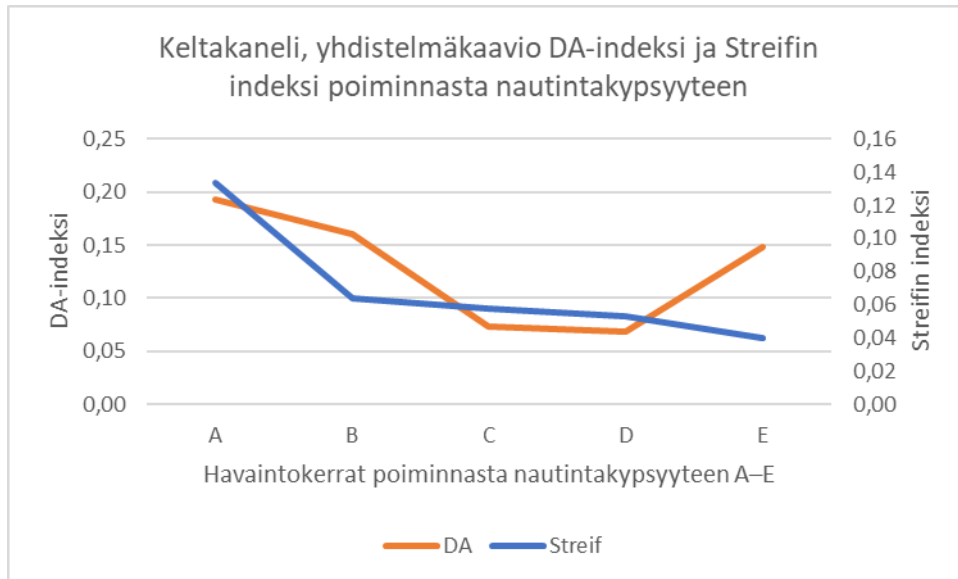
Koska Streifin indeksin on katsottu useamman menetelmän yhdistäjänä kertovan luotettavasti hedelmän kypsydestä, sen tuloksia haluttiin vertailla DA-indeksin kanssa. Eri lajikkeiden DA-indeksin kehitystä poimintahavainnosta nautintakypsyyden saavuttamiseen tarkasteltiin kaavioiden avulla. Tähän vertailuun otettiin mukaan vain ne lajikkeet, jotka saavuttivat nautintakypsyyden (tärkkelysindeksin keskiarvo vähintään 9,5) varastoinnin aikana. Nautintakypsyyttä eivät saavuttaneet Valkea kuulas, Y93151 sekä Signe Tillisch. Lisäksi vertailusta jätettiin pois ne lajikkeet, joiden tuloksissa oli poikkeavia lukuja, sillä poikkeavia arvoja antaneita näyte-eriä ei katsottu vertailukelpoisiksi. Tällaisia olivat poimintahavainnon (A) tärkkelysindexi lajikkeilla Åkerö ja Oranie. Lisäksi pois karsiutuivat lajikkeet, joiden havainnoissa oli puutteita. Esimerkiksi Sariolalta puuttui Streifin indeksin laskemiseen tarvittava nautintakypsyyden brix-arvo (Sariolalla havainto E). Pois jätettiin

myös Lobo, jolla oli vain kaksi havaintokertaa. Rajkan (Kaavio 14) tuloksista poistettiin kaavioita varten havaintokerta B, jossa näyte-erä oli saavuttanut nautintakypsyyden (täykkelysindeksi 9,7). Havaintokerroilla C–D täykkelysindeksi kuitenkin oli matalampi (9,3), kunnes nautintakypsyys saavutettiin havaintokerralla E (täykkelysindeksi 10). (Liite 1) Havaintokerta B katsottiin poikkeavaksi, tulosten tulkinnan takia se poistettiin kaaviosta ja myös Taulukossa 2 käytetään havaintokerta E:n tuloksia. Nautintakypsyyden saavutti varastoinnin aikana kuusi perinteistä lajiketta ja kaikki neljä kauppalajiketta.

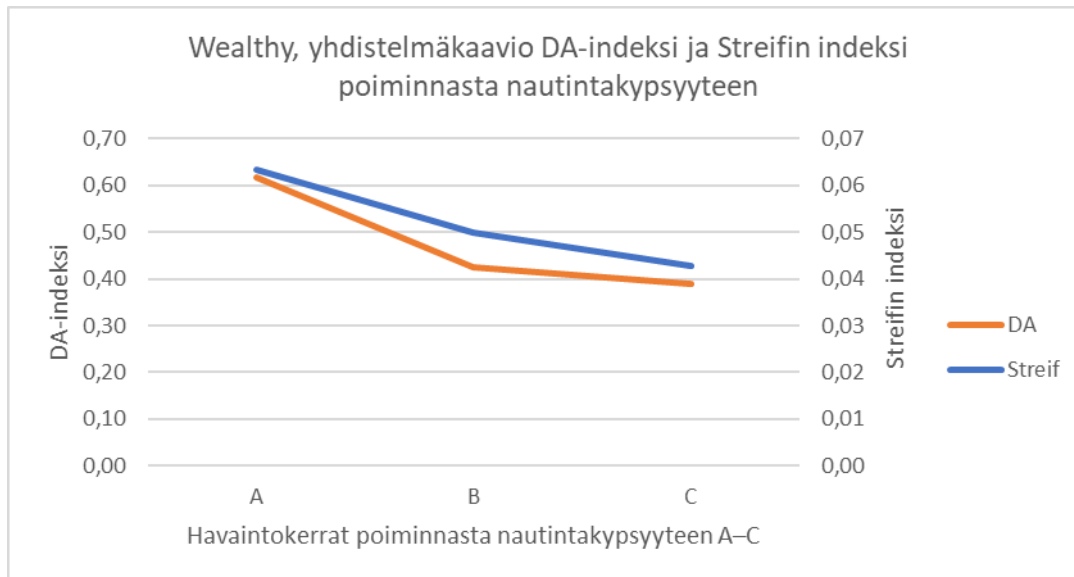
Kaavio 9. Lajikkeen Pirja DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Pirja saavutti nautintakypsyyden havainnossa C.



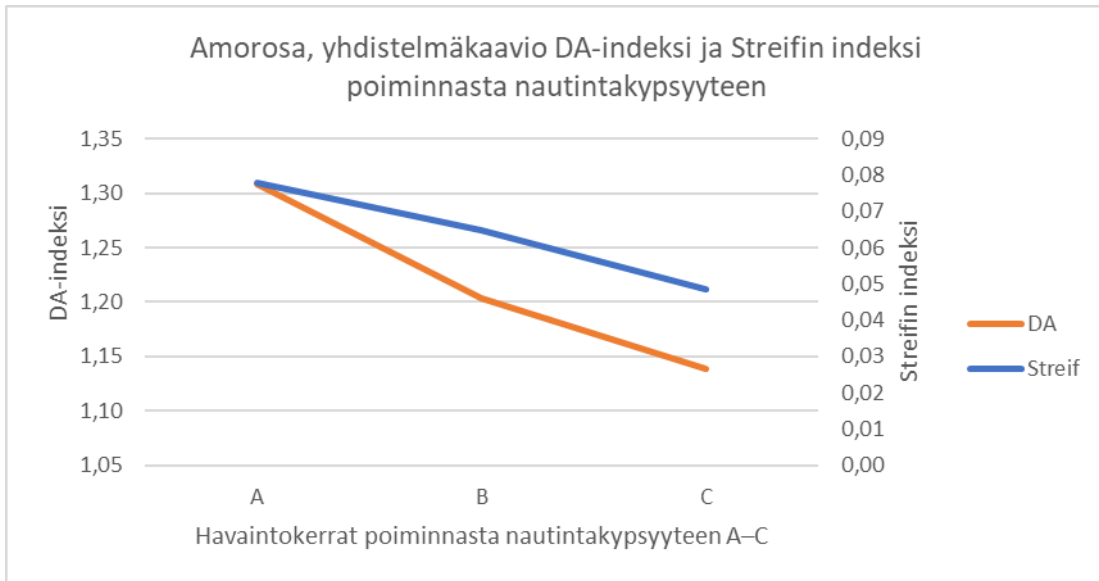
Kaavio 10. Lajikkeen Keltakaneli DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Keltakaneli saavutti nautintakypsyyden havainnossa E.



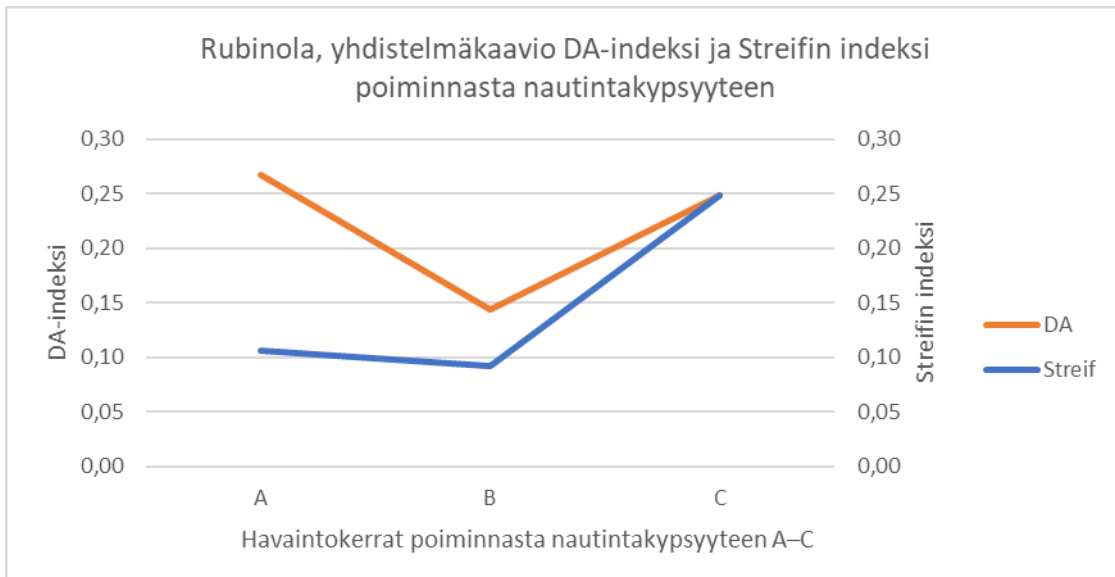
Kaavio 11. Lajikkeen Wealthy DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Wealthy saavutti nautintakypsyyden havainnossa C.



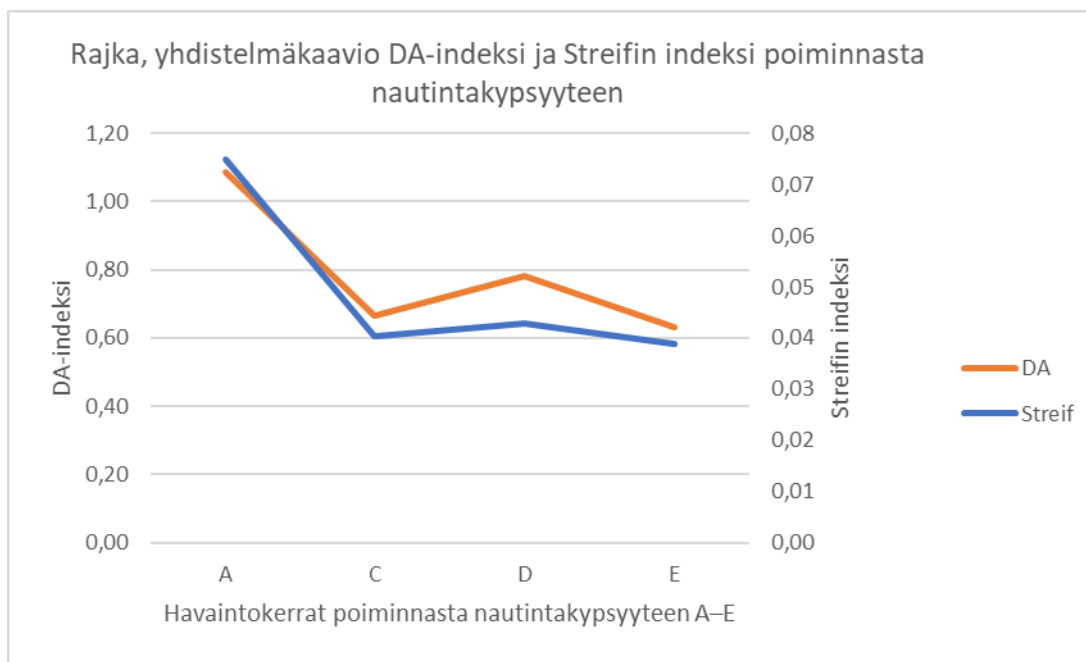
Kaavio 12. Lajikkeen Amorosa DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Amorosa saavutti nautintakypsyyden havainnossa C.



Kaavio 13. Lajikkeen Rubinola DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Rubinola saavutti nautintakypsyyden havainnossa C.



Kaavio 14. Lajikkeen Rajka DA-indeksi ja Streifin indeksi poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen yhdistelmäkaaviona esitettynä. Rajka saavutti nautintakypsyyden havainnossa E. Tuloksista on poistettu havaintokerta B, jonka katsottiin olevan poikkeava.



Kaavioiden lisäksi tarkasteltiin DA-indeksin mittaustuloksia poimintahavainnoissa ja nautintakypsyyden saavuttamisen kohdalla ja vertailtiin niitä muiden menetelmien antamiin tuloksiin. Sekä poiminta- että nautintakypsyyden vaiheissa oli tavoitteena, että ne olisivat vastanneet optimaalista tärkkelysindexiä. Poimintakypsyydessä tärkkelysindexin tavoite oli kesälajikkeilla 7–8, syys- ja talvilajikkeilla 6–7. Suurimmalla osalla lajikkeista poimintapäivän tärkkelysindexi kuitenkin erosi tavoitearvosta (Taulukko 1), sillä poiminta-ajankohtaan vaikutti moni eri tekijä. Nautintakypsyys sen sijaan määriteltiin työssä tärkkelysindexin perusteella (keskiarvo vähintään 9,5). (Taulukko 2)

Taulukkovertailuissa mukana olivat kaikki lajikkeet, jotka saavuttivat nautintakypsyyden varastoinnin aikana. (Taulukko 1 ja Taulukko 2) Poimintahavaintojen yhteydessä korkein DA-indeksi oli Amorosalla (1,31) ja matalin Sariolalla (0,00). Åkerölla mitattiin toiseksi matalin DA-indeksi, mutta korkein kiinteysarvo (11,4). (Taulukko 1) Nautintakypsyydessä korkein DA-indeksi oli edelleen Amorosalla (1,14) ja matalin Sariolalla (0,00) sekä Åkerölla (0,00). Åkerölla mitattiin nautintakypsyydessä toiseksi korkein kiinteysarvo. Korkein kiinteysarvo mitattiin nautintakypsänä Rubinolalta, jonka DA-indeksi oli kauppalajikkeista matalin. (Taulukko 2) Poimintahavainnoissa korkein brix-luku oli Sariolalla (14,9) ja matalin Pirjalla

(10,8). (Taulukko 1) Nautintakypsyydessä korkein brix-luku oli Åkerölla (14,3) ja matalin Pirjalla (10,7). Sariolan nautintakypsyyden (havaintokerta E) brix-luku puuttuu, eikä sitä ole siksi esitetty taulukossa. (Taulukko 2)

Taulukko 1. Nautintakypsyyden varastoinnin aikana saavuttaneiden lajikkeiden DA-indeksi, kiinteys ja brix-arvot sekä tärkkelysindeksi poimintahavainnoissa (A).

Mittausarvoja poimintahavainnossa (A)				
Lajike	DA-indeksi	Kiinteys	Brix	Tärkkelysindeksi
Pirja	0,74	4,9	10,8	6,8
Oranie	0,36	6,7	12,4	3,2
Sariola	0,00	8,0	14,9	6,2
Keltakaneli	0,19	8,3	12,4	5
Åkerö	0,02	11,4	13,0	1,5
Wealthy	0,62	6,7	11,7	9
Amorosa	1,31	6,8	12,4	7
Rubinola	0,27	10,0	13,4	8,7
Lobo	1,26	6,8	12,4	8,7
Rajka	1,09	6,8	12,9	7,7

Taulukko 2. Nautintakypsyyden varastoinnin aikana saavuttaneiden lajikkeiden DA-indeksi, kiinteys ja brix-arvot näyte-erän tärkkelysindeksin keskiarvon ollessa 9,5–10. Taulukkoon on merkitty lisäksi havaintokerta, jolloin lajike saavutti nautintakypsyyden sekä varastointiaika poimintahavainnosta (A) nautintakypsyyteen päivissä ja viikoissa. Sariolan nautintakypsyyden (havaintokerta E) brix-luku puuttuu, eikä sitä ole siksi esitetty taulukossa.

Mittausarvoja nautintakypsyyden yhteydessä						
Lajike	DA-indeksi nautintakypsyyden (tärkkelysindeksin keskiarvo 9,5–10)	Kiinteys	Brix	Havaintokerta	Varastointiaika nautintakypsyyden saavuttamiseen (päivää)	Varastointiaika nautintakypsyyden saavuttamiseen (viikkoa, noin)
Pirja	0,90	3,7	10,7	C	15	2
Oranie	0,08	4,9	14,2	E	87	12
Sariola	0,00	6,9		E	87	12
Keltakaneli	0,15	5,5	12,0	E	85	12
Åkerö	0,00	7,7	14,3	C	84	12
Wealthy	0,39	4,9	11,7	C	82	12
Amorosa	1,14	6,0	12,9	C	42	6
Rubinola	0,25	7,9	13,2	C	43	6
Lobo	1,00	5,8	12,4	B	22	3
Rajka	0,63	4,8	12,4	E	85	12

## 7 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Oikean poiminta-ajankohdan määrittäminen usealle eri lajikkeelle, joista moni oli lisäksi uusi tai vieras, oli haastavaa. Myös kasvukausi 2021 oli poikkeava, sillä kesäkuukausille osui hellejaksoja, jotka vaikuttavat oleellisesti myös hedelmien kypsymiseen. Tuorlan geenivaratarhalla esiintyi lisäksi huomattavan paljon muumiotautia, mikä todennäköisesti vaikutti osaltaan hedelmien kypsymiseen ja yleiseen kuntoon. Myöhäisempiä lajikkeita ajatellen taas havainnointien ja työn määrä kasvoi mitä pidemmälle kasvukausi eteni, mikä tarkoitti myös haasteita käytännön työn tekemisen ajanhallinnassa. Osa lajikkeista saatettiin tästä syystä poimia hieman liian myöhään tai niistä ei ehditty saada niin paljon esimerkiksi ennakkohavaintoja (DA-mittaukset tarhalla) kuin mitä alun perin oli tarkoituksena. Kauppalajikkeiden kohdalla lämmin kasvukausi todennäköisesti vaikutti niin ikään tuloksiin, sillä lähes kaikki neljä lajiketta poimittiin melko kypsinä ja lajikkeet myös kypsyivät tavallista aikaisemmin ja pitkälti samaan aikaan.

Yleisellä tasolla tulosten tulkintaa hankaloitti myös vertailuaineiston vähyyys. Perinteisistä lajikkeista ei ole juurikaan olemassa kansainvälistä tutkimustietoa. Myöskään kauppalajikkeista ei löytynyt kovin paljon aiempaa tilastotietoa. Omenan viljely -teoksessa on ohjearvoja joillekin lajikkeille, mutta ei läheskään kaikille. Tulosten tulkintaa vaikeutti myös se, että havaintokertojen näyte-erät olivat pieniä (kuusi omenaa/havaintokerta). Tämä vaikutti esimerkiksi siihen, että mittausarvoissa näkyi jonkin verran sattuman aiheuttamaa vaihtelua.

### 7.1 DA-indeksi, tärkkelysindeksi ja kiinteys

Jos tulosten kohdalla tarkasteltaisiin ja tulkittaisiin ainoastaan DA-mittarilla saatuja lukuja, Sariola, Åkerö ja Signe Tillisch olisivat olleet poimittaessa kypsiä tai ylikypsiä. Sariolan DA-arvot olivat poimittaessa 0 ja kahden muun lajikkeen myös lähes 0. (Kaavio 1) DA-arvot olivat kuitenkin ristiriidassa jodivärjäysten tulosten kanssa, sillä Åkerön ja Signe Tillischin tärkkelysindeksin arvot olivat hyvin matalat poimintahavaintojen yhteydessä (Kaavio 3). DA-mittarin antamat tulokset vaikuttivat siis osoittavan näiden lajikkeiden olevan kypsiä ja tärkkelysindeksin mukaan taas melkein raakoja. Nämä arvot kuitenkin nousivat

huomattavasti varastoinnin aikana. Sekä Åkerön että Signe Tillischin poimintahavaintojen (A) tärkkelysindeksi oli noin 2, ensimmäisessä varastohavainnossa (B) 7 ja 8. Perinteisistä lajikkeista myös Oraniella ja Keltakanelilla oli alhaiset tärkkelysindeksit poiminnan yhteydessä, jotka ensimmäiseen varastohavaintoon (B) mennessä olivat nousseet huomattavan paljon (Kaavio 3). Poikkeavat tulokset voivat johtua esimerkiksi tärkkelysindeksin tulkinnasta. Eri lajikkeilla värjäytyminen voi poiketa asteikon havainnekuvista, mikä voi aiheuttaa hankaluuksia värjäytymisen luokittelussa. Lisäksi havaintoja teki useampi ihminen ja erityisesti jodivärjäyksen tuloksissa tämän voidaan olettaa vaikuttavan enemmän kuin muissa havainnoissa, koska suoraa mittaustulosta ei saada, vaan mukana on aina jonkin verran tulkintaa. Poiminta- ja varastohavainnoissa tärkkelysindeksi on todennäköisesti ollut matala kuitenkin siksi, että joitakin lajikkeita jouduttiin poimimaan tärkkelysindeksistä huolimatta, kun hedelmät alkoivat varista puusta. Helle ja kuivuus voivat aiheuttaa tällaista hedelmien ennenaikaista varisemista.

Perinteisten lajikkeiden DA-arvot poiminta- ja varastohavainnoissa olivat kesälajikkeiden kohdalla korkeammat kuin talvilajikkeilla. Talvilajikkeista ainoastaan Wealthy poikkesi joukosta hiukan korkeammilla arvoilla. (Kaavio 2) Wealthylla oli kuitenkin myös korkeat arvot tärkkelysindeksissä, poimintahavainnossakin (A) jo asteikolla 9 (Kaavio 3). Wealthy poimittiin siis liian kypsänä, mutta sen DA-arvot pysyivät tästä huolimatta melko korkeana (suhteessa muihin perinteisiin syys- tai talvilajikkeisiin). Yksi mahdollinen selitys Wealthyn korkeille DA-arvoille voi olla hedelmän värityksessä. Aiemmassa tutkimuksessa on todettu, että punakuorisissa omenoissa on enemmän antosyaaneja, joka puolestaan suojelee klorofylliä valon hajottavalta vaikutukselta (Cocetta, ym., 2017, s. 59–60). Jopa saman lajikkeen värittyminen voi vaihdella vuosittain ja kuten aiemmin lajikkeiden esittelyssä jo todettiin, myös Wealthyn värityksen voimakkuus voi vaihdella. Hedelmä voi olla joko osittain värittynyt tai sillä voi olla runsas punainen peiteväri (Hirvensalmen taimisto, 2015). Kaudella 2021 Wealthyn hedelmät olivat juuri tällaiset, voimakkaasti ja lähes kauttaaltaan punaiset, joten on mahdollista, että tässä tapauksessa voimakas värittyminen on voinut olla ainakin osasyynä korkeisiin DA-arvoihin.

Kauppalajikkeita tarkasteltaessa niiden DA-indeksiarvot olivat koko varastoinnin aikana Rubinolaa lukuun ottamatta taas keskimäärin selvästi korkeampia kuin perinteisillä

lajikkeilla. (Kaavio 2) Erilaiset ominaisuudet, kuten kuoren paksuus, vahapintaisuus tai hedelmän kuulaus voisivat olla DA-indeksiin vaikuttavia tekijöitä. Mittarin käyttöohjeessa todetaan, että erityisen kuulaiden hedelmien tapauksessa valo voi vaikuttaa mittaustuloksiin ja varsinkin tarhalla mittauksia suoritettaessa hedelmää on hyvä suojata valolta (Sinteléia, 2020, s. 23). Kypsänä sekä Pirja että erityisesti Valkea kuulas voivat olla kuulaita pinnaltaan. Ennen poimintaa tehdyissä mittauksissa tarhalla Valkea kuulaasta DA-mittari ei aina helposti antanut mittaustulosta, vaan virheviestin. Tilanne korjaantui usein vaihtamalla mittauskohdalla, joskus kohtaa täytyi vaihtaa useamman kerran mittaustuloksen saamiseksi. Poiminnan jälkeisissä havainnoissa Valkea kuulaan DA-indeksi ei ollut kuitenkaan erityisen matala muihin lajikkeisiin verrattuna ja indeksi myös laski tasaisesti havaintokertojen aikana, kuten sen odotettiin tekevän. Rubinolan muita kauppalajikkeita selkeästi alhaisemmille DA-arvoille ei löytynyt selkeää syytä. (Kaavio 2)

Kiinteyden tulisi laskea varastoinnin aikana, kun malto pehmenee omenan kypsyessä. Omenan viljely -teoksessa esimerkiksi Pirjalle on annettu sopivaksi korjuukypsyyspenetrometriarvoksi 2,6, Valkea kuulaalle 4,3 ja Lobolle 5,8 (Tahvonen, ym. 2007, s. 161). Toisaalta Omenan viljely -teoksessa ei ole tarkennettu, minkä kokoinen mittapää teoksessa mainittujen lajikkeiden kiinteysmittauksissa on ollut käytössä. Jos mittaukset on tehty samalla, 11 mm mittapäällä kuin tämän työn havainnoissa, korjuukypsyys vastaisi työn poimintahavaintoa (A), jonka keskiarvo oli Pirjalla 4,9, Valkea kuulaalla 6,5 ja Lobolla 6,8 (Kaavio 4 ja Liite 1), eli kaikilla korkeammat kuin annetut ohjearvot. Tärkkelysindeksin perusteella Pirja poimittiin kuitenkin suurin piirtein sopivaan aikaan (havainto A indeksi 7), Valkea kuulas hieman liian aikaisin (havainto A indeksi 5) ja Lobo liian myöhään (havainto A indeksi 9). Kiinteyden osalta kaikista lajikkeista keskimäärin korkeimmat arvot olivat Åkerölla ja matalimmat Pirjalla. Kauppalajikkeista korkeimmat kiinteyden arvot olivat Rubinolalla ja matalimmat Lobolla. (Kaavio 4)

## 7.2 Brix ja happopitoisuudet

Kauppalajikkeilla oli nähtävissä selkeä ja tasainen happopitoisuuden lasku havaintojen aikana, brix-arvot sen sijaan pysyivät melko samoina varastosäilytyksen ajan. Kuten aiemmin on todettu, aikaisilla lajikkeilla poimintahetken sokeripitoisuuden tulisi olla suurin piirtein

sama kuin myyntihetkellä, kun taas myöhäisemmällä lajikkeilla arvo yleensä nousee varastosäilytyksen aikana. Näin ollen kesä- ja aikaisten syyslajikkeiden brix-arvojen voitaisiin olettaa pysyvän suhteellisen muuttumattomina ja myöhäisempien syys- ja talvilajikkeiden brix-arvojen nousevan. Perinteisten lajikkeiden kohdalla aikaisista lajikkeista ainoastaan Pirjan brix-arvot pysyivät melko samanlaisina ja muilla brix-arvo nousi. Myöhäisempien lajikkeiden kohdalla nousu ei ollut täysin selkeää ja esimerkiksi Keltakanelin ja Wealthyn brix-arvot jopa hieman laskivat säilytyksen loppua kohden. Kauppalajikkeiden brix-arvot pysyivät melko tasaisina koko varastoinnin ajan, vaikka niissäkin olisi talvilajikkeina pitänyt näkyä jonkin verran nousua. Poikkeavinta kehitys oli Y93151:llä, jonka brix-arvot ensin laskivat (havainnot A, B ja C) ja sitten nousivat huomattavasti (D ja E). (Kaavio 5)

Omenan happopitoisuuden oletetaan laskevan kypsymisen aikana ja näin tapahtuikin varastoinnin aikana suurella osalla lajikkeista. Keskimäärin korkeimmat happopitoisuudet kaiken kaikkiaan olivat lajikkeella Valkea kuulas ja matalin Y93151:llä. Poikkeavinta kehitys oli Wealthylla ja Y93151:llä. Wealthyn kaksi ensimmäistä havaintoa (A ja B) olivat melko korkeat ja kaksi seuraavaa (C ja D) laskivat tästä huomattavasti. Y93151:n happopitoisuus oli kaiken kaikkiaan hyvin matala (lajikekuvauksen mukaisesti), tämän lisäksi happopitoisuuden kehityksessä ei ensin tapahtunut juurikaan muutosta, minkä jälkeen pitoisuudet viimeisiä havaintokertoja kohden nousivat. (Kaavio 6) Aikaisista lajikkeista Pirjan brix-arvot ja happopitoisuuden kehitys käyttäytyivät jokseenkin odotetulla tavalla, brixin pysyessä suurin piirtein samana ja happopitoisuuden laskiessa varastoinnin aikana. Omenan viljely - teoksessa Pirjalle on annettu sopivaksi korjuukypsyyden brix-arvoksi 9,5, Valkea kuulaalle 11,3 ja Lobolle 11,4 (Tahvonen, ym. 2007, s. 161). Tätä vastaavan poimintahavainnon (A) keskiarvo oli Pirjalla 10,8, Valkea kuulaalla 10,2 ja Lobolla 12,4 (Kaavio 5 ja Liite 1). Pirjan ja Lobon brix-arvot olivat siis hieman korkeammat ja Valkea kuulaan matalampi kuin annettu ohjearvo. Tavallista korkeammat sokeripitoisuudet voivat johtua aurinkoisesta ja lämpimästä kesästä, mikä voisi selittää tulokset sekä Pirjan että Lobon kohdalla (lisäksi Lobon poiminta liian kypsänä). Tärkkelysindeksin perusteella Valkea kuulas poimittiin liian raakana, mikä voisi selittää ohjearvoa matalamman brix-arvon.

### 7.3 Streifin indeksi

Omenan kypsyyden määrittämisessä kolmen eri ominaisuuden (kiinteys, brix, tärkkelysindeksi) yhdistämisen on todettu antavan luotettavampia tuloksia kuin vain yhteen menetelmään perustuvan arvioinnin. (de Jager, ym., 1996, s. 7) Indeksien soveltaminen käytännön olosuhteissa on lisäksi suhteellisen yksinkertaista sekä halpaa verrattuna moniin muihin, esimerkiksi laboratoriotyöskentelyä vaativiin metodeihin. Vaikka kaikkia kolmea metodia käytetään yhdessä, aiemmassa tutkimuksessa on todettu, että tärkkelysindeksin tulokset ovat sadonkorjuuta ajatellen kaikkein tärkeimmät (Streif, 1996, ss. 15–17).

Koska Streifin indeksi on laskettu muiden tulosten (kiinteys, brix, tärkkelysindeksi) perusteella, niissä esiintyvät mahdolliset poikkeavuudet vaikuttavat myös sen tuloksiin. Tämä on nähtävissä Streifin indeksissä esimerkiksi poimintahavaintojen (A) kohdalla, joissa näkyy tietyillä lajikkeilla poikkeavia lukuja. Oranien, Keltakanelin, Åkerön ja Signe Tillischin Streifin indeksi on korkea suhteessa muihin havaintokertoihin sekä muiden lajikkeiden indeksin kehitykseen. (Kaaviot 7 ja 8) Samoilla lajikkeilla on nähtävissä selkeä ero tärkkelysindeksissä poimintahavaintojen (A) ja sitä seuraavien havaintojen välillä (Kaavio 3). Poikkeavuudet Streifin indeksissä vastaavat siis poikkeamia tärkkelysindeksissä ja voidaan todeta, että erot johtuvat todennäköisesti siitä.

Tässä työssä mukana olleilla lajikkeilla poimintahavainnon (A) Streifin indeksi oli alle 0,1 kuudella lajikkeella. Pirjan, Sariolan, Wealthyn, Amorosan, Lobon ja Rajkan indeksiarvot sijoittuivat välille 0,06–0,09. Valkea kuulaan, Y93151:n, Keltakanelin ja Rubinolan indeksiarvot olivat alle 0,15, sijoittuen välille 0,10–0,13. Oranien indeksi oli 0,17, Signe Tillischin 0,22 ja Åkerön 0,59. (Kaaviot 7 ja 8) Näistä ainakin Åkerön ja Signe Tillischin Streifin indeksiin vaikutti poikkeava tärkkelysindeksin tulos poimintahavainnoissa, eikä niiden tuloksia voi tässä yhteydessä pitää luotettavina tai vertailukelpoisina. Muiden lajikkeiden poiminnan indeksiarvoja vastaavia tuloksia aiemmassa tutkimuksessa on esimerkiksi Jonagoldilla (0,07), Golden Deliciousilla (0,10), Boskoopilla (0,15) ja Cox Orangella (0,21) (Streif, 1996, s. 15). Jonagoldin matala indeksiarvo voi johtua siitä, että lajike ei värity kovin helposti ja tästä syystä sopivan sadonkorjuuajan määrittelyssä otettiin ainakin eräissä tutkimuksissa huomioon indeksin lisäksi myös hedelmien värittyminen (Hribar, ym., 1996, s.

49). Toisaalta esimerkiksi Golden Deliciousin ja Jonagoldin optimaaliseksi Streifin indeksin arvoksi annettiin Goffingsin ja Herregodsin tutkimuksessa Golden Deliciousille 1,3 ja Jonagoldille 1,5. Indeksi on tutkimuksessa laskettu hieman eri tavalla ja jos julkaisussa esiintyneet arvot muutetaan Streifin (1996) ehdottamaan yksikköön, Golden Deliciousin indeksi on 0,13 ja Jonagoldin 0,15. (Goffings & Herregods, 1996, s. 120). Goffingsin ja Herregodsin tutkimuksen mittaukset tehtiin Belgiassa, kun taas edellä mainitussa Streifin tutkimuksessa lajikkeet kasvoivat Bodenjärven alueella, eli Saksan, Itävallan ja Sveitsin rajalla. Streifin indeksin arvoihin voi siis liittyä DA-mittarin tavoin maantieteellinen ulottuvuus, jolloin ohjearvoja ei suoraan voida päätellä aiemman tutkimuksen perusteella.

#### **7.4 DA-indeksin vertautuminen muihin kypsyyden määrittämisen menetelmiin**

Streifin indeksin vertailu DA-arvoihin yhdistelmäkaavioissa (Kaaviot 9–14) osoitti tulosten olevan joidenkin lajikkeiden tapauksessa melko yhteneväisiä, vaikkakaan ei kaikkien kohdalla. Melko samansuuntaiset kehityslinjat indekseissä voitiin havaita Wealthylla ja Rajkalla sekä jossain määrin Amorosalla (Kaaviot 11, 14 ja 12), kun taas Pirjan kohdalla yhteneväisyyttä ei juuri ollut (Kaavio 9). Yleisellä tasolla indeksit eivät suoraan olleet verrattavissa toisiinsa. Lisäksi Streifin indeksin käyttökelpoisuus vertailussa ilman olemassa olevia ohjearvoja (erityisesti perinnelajikkeiden kohdalla) on haastavaa.

DA-indeksi laski prosentuaalisesti eniten poimintahavainnon ja nautintakypsyyden välillä Oraniella (79 %) ja vähiten Rubinolalla (7 %). (Taulukko 1 ja Taulukko 2) Oranien DA-indeksi laski huomattavasti jo havaintojen A ja B välillä, ollen 0,36 havainnossa A ja 0,17 havainnossa B. Tämän jälkeen Oranien DA-indeksi laski melko tasaisesti. Samoin tapahtui myös Oranien tärkkelysindeksin kohdalla, joka oli poimintahavainnossa (A) noin 3 ja ensimmäisessä varastohavainnossa (B) noin 7, jonka jälkeen indeksi nousi asteen/havaintokerta. Rubinolan DA-indeksi oli alusta lähtien melko matala ja indeksi myös heittelehti havaintokertojen välillä. Toisaalta Rubinolan kiinteyden arvot olivat keskimäärin korkeat. Myös Pirjan ja Y93151:n DA-indekseissä oli havaittavissa tasaisen laskun sijaan nousuja ja laskuja. Kaikista lajikkeista tasaisin lasku DA-indeksissä oli havaittavissa Amorosalla, melko tasainen Keltakanelilla, Wealthylla ja Lobolla. (Liite 1) Näistä Wealthy ja Lobo poimittiin tärkkelysindeksin perusteella liian kypsänä ja Keltakaneli liian raakana.

Taulukossa 1. esitetyistä kymmenestä lajikkeesta kolmella oli tavoitteen mukainen tärkkelysindexi (kesälajikkeet 7–8, syys- ja talvilajikkeet 6–7) poimintahavainnossa. Nämä lajikkeet olivat Pirja (indexi noin 7), Sariola (indexi noin 6) ja Amorosa (indexi 7). Kuten aiemmin jo todettiin, Pirjan kiinteys- ja brix-arvot olivat molemmat ohjearvoja korkeammat, ja näistä ainakin brix-arvo voi selittyä lämpimällä kasvukaudella. Pirjan poimintakypsyyden DA-indeksin arvoa voisi siis pitää sopivana. Sariolalle ja Amorosalle ohjearvoja ei ollut saatavilla. Sariolalle DA-mittari ei joka tapauksessa ollut toimiva kypsyyden mittari. Sariolan DA-indeksin arvot olivat jo kolmella viimeisellä poimintaa edeltävällä mittauskerralla lähes nolla (Kaavio 1) ja mittausten tekeminen myös lopetettiin tästä syystä. DA-mittarista ei näin ollen ollut myöskään hyötyä Sariolan varastosäilyvyyden tarkkailussa. Hyvin matalasta DA-indeksistä huolimatta Sariola kuitenkin säilyi varastossa suhteellisen pitkään. (Taulukko 2) Amorosan poimintakypsyyden DA-indeksiä voisi ainakin tärkkelysindexin perusteella pitää sopivana, mutta tämä pystyttäisiin varmistamaan uusilla mittauksilla tulevina kasvukausina.

Lajikkeiden nautintakypsyyden vaiheessa mitattujen DA-indeksien arvojen sen sijaan voisi olettaa olevan luotettavampia, koska arvot vastaavat kaikki samaa tärkkelysindexin tulosta (indexi 9,5–10). Jos tarkastellaan lisäksi omenoiden säilyvyyttä, Pirjan pitäisi säilyä varastossa noin kaksi viikkoa, Sariolan ”useita viikkoja” ja kaneliomenoiden noin kuukauden (Tahvonen, ym., 2007, s. 182, 194.). Pirja säilyi varastossa kaksi viikkoa, Sariola ja Keltakaneli molemmat noin kolme kuukautta ennen kuin saavuttivat nautintakypsyyden (Taulukko 2). Sariolan tärkkelysindexi oli poimintahavainnossa 6 ja Keltakanelin 5. Tärkkelysindexin ja pitkän säilyvyyden huomioiden ainakin Keltakaneli, mutta mahdollisesti myös Sariola poimittiin liian raakana. Tahvosen mukaan Åkerön pitäisi saavuttaa nautintakypsyys parin viikon varastoinnin jälkeen ja säilyä pari kuukautta. Lobon taas tulisi lokakuun alussa poimittuna olla nautintakypsä marras-joulukuussa. (Tahvonen, ym., 2007, s. 199–203) Lobo poimittiin tärkkelysindexin mukaan liian kypsänä (indexi 9), mutta tavallista aikaisemmin, jo syyskuun lopussa. Korjuun jälkeen Lobon tulisi siis saavuttaa nautintakypsyys varastossa aikaisintaan noin kuukaudessa. Loba varastoitiin noin 3 viikkoa, kunnes se saavutti nautintakypsyyden (Taulukko 2). Åkerö säilyi varastossa kolme kuukautta ennen nautintakypsyyden saavuttamista (Taulukko 2) ja se poimittiin selvästi liian raakana, tärkkelysindexin ollessa noin 2 poimintahavainnossa (Taulukko 1).

DA-indeksin suhteesta muiden kypsyyden määrittelymenetelmiin on saatu vaihtelevia tuloksia. Cocetta viittaa Nyasordzin (2013) tutkimukseen, jossa tulokset viittasivat siihen, että klorofyllipitoisuudella on vahvempi korrelaatio sokeri- ja happopitoisuuden kuin kiinteyden kanssa (Cocetta, ym., 2017, s. 60). Persikoilla ja nektariineilla korkean DA-indeksiarvon todettiin olevan yhteydessä korkeisiin happopitoisuuksiin. (Ziosi, ym., 2008, s. 327) Tällaista yhteyttä ei voitu todeta työssä tutkittujen lajikkeiden kohdalla. Esimerkiksi Sariolalla mitattiin nollassa pysyneestä DA-indeksistään huolimatta toiseksi korkeimmat happopitoisuudet lajikkeiden joukossa. Lobolla taas oli keskimäärin toiseksi korkeimmat DA-indeksin arvot, mutta toiseksi matalimmat happopitoisuudet. (Liite 1) Cocetta viittaa myös Toivosen ja Hampsonin (2014) tutkimukseen, jossa todettiin, että DA-indeksiarvot eivät lopulta korreloineet tarpeeksi johdonmukaisesti minkään muun tekijän kuin klorofyllipitoisuuden kanssa. DA-indeksin kehitys ei Cocettan mukaan ole aina suoraan verrattavissa sokerien, happojen tai kiinteyden kehitykseen. Cocetta toteaa, että vaikka tekijöillä todettiin olevan yhteys, se ei ole aina vahva. (Cocetta, ym., 2017, s. 62) Kaiken kaikkiaan eri lajikkeiden välillä vaikutti olevan eroja siinä, miten erilaiset kypsyyden määrittelymenetelmät vertautuivat DA-indeksiin.

## 7.5 Johtopäätökset

Edellä kuvattujen tulosten perusteella on ymmärrettävää, että Streifin indeksin kaltainen menetelmä on kehitetty, sillä yksittäiset menetelmät voivat antaa hyvin erilaisia tuloksia, jotka ovat välillä myös ristiriidassa keskenään. Esimerkiksi DA-mittarin tulosten perusteella Sariola olisi ollut jo poimittaessa täysin kypsä DA-indeksin ollessa 0. Sariolan tärkkelysindexi oli lisäksi pitkään hyvin matala, vaikka on myös mahdollista, että jodivärysten tulokinnassa on voinut olla ongelmia ennen poimintaa. Sekä Sariolan tärkkelysindexi että brix-luku nousivat havaintojen aikana tasaisesti, kiinteydessä oli havaittavissa jokseenkin laskeva käyrä, kuten myös Streifin indeksissä. Sariolalla oli myös kaikista lajikkeista keskimäärin kolmanneksi korkeimmat kiinteyden arvot. Korkeimmat kiinteyden arvot olivat Åkerölla ja toiseksi korkeimmat Rubinolalla, joilla oli niin ikään melko matala DA-indeksi. (Liite 1) Näistä kolmesta lajikkeesta Sariola säilyi pisimpään, ja siitä saatiin tehtyä kaikki suunnitellut havainnot (A–E). On siis mahdollista, että Sariola jouduttiin hedelmien enneaikaisen varisemisen takia poimimaan liian aikaisin ja hedelmät säilyivät siksi pitkään. Tulosten

perusteella voidaan olettaa, että DA-mittari ei välttämättä sovellu käytettäväksi kaikilla lajikkeilla. Tällaisia lajikkeita olivat erityisesti Sariola, mutta mahdollisesti myös Åkerö ja Signe Tillisch. Näiden lajikkeiden DA-indeksi-arvot olivat hyvin lähellä nollaa jo ennen poimintaa, vaikka tärkkelysindeksin mukaan ne poimittiin liian raakana. Varmuus tuloksille saataisiin kuitenkin tekemällä havaintoja vielä useammalla satokaudella.

DA-mittariin liittyviä tutkimuksia on julkaistu 2000-luvun alkupuolelta lähtien ja näiden myötä on myös saatu ohjeellisia DA-indeksi-arvoja eri lajikkeille. DeLongin mukaan monissa tutkimuksissa DA-mittausmenetelmän on toivottu korvaavan aiempia menetelmiä kypsyyden määrittelyssä ja sadonkorjuun ajankohdan ennustamisessa. Ambrosia-omenalajikkeeseen keskittyvässä tutkimuksessa pyrittiin sen sijaan löytämään sellainen aikaikkuna sadonkorjuulle, jonka avulla hedelmien laatu olisi mahdollisimman hyvä ja varastoinnin aikana esiintyvät ongelmat minimoitaisiin. Tutkimuksessa määriteltiin siis ihanteellinen DA-lukujen arvoväli sadonkorjuun aloittamiselle ja sen lopettamiselle. (DeLong, ym., 2016, s. 248)

Niille lajikkeille, joilla DA-mittari toimii, lajikekohtaisten DA-arvojen kartoittaminen voi olla paitsi apuna ”sadonkorjuuikkunan” ennustamisessa, myös omenoiden lajittelussa kypsyydsasteen perusteella. Tutkimuksessa on esitetty, että indeksiä voitaisiin hyödyntää erityisesti varastoinnin aikana jakamalla hedelmät ryhmiin kypsyydsasteen perusteella ja näin paitsi edistää varastoinnin onnistumista, saada hedelmiä oikea-aikaisesti myyntiin ja vähentää myös hävikkiä (Cocetta, ym., 2017, s. 62). Kestävän kehityksen näkökulmasta perinteisten lajikkeiden ottaminen mukaan tällaiseen tutkimukseen parantaa tiedon saatavuutta erilaisista lajikkeista. Tämä taas voi osaltaan madaltaa viljelijän kynnystä ottaa tällä hetkellä vähemmän käytettyjä tai tunnettuja lajikkeita viljelyyn. DA-indeksiä voisi keskittyä tutkimaan esimerkiksi sellaisten perinteisten lajikkeiden kohdalla, jotka on havaittu ominaisuuksiltaan erityisen kestäviksi (esimerkiksi taudit tai kylmyys) tai luomuviljelyyn soveltuviksi.

Aiemmassa tutkimuksessa on huomioitu lajikekohtaisten ominaisuuksien sekä ympäristön vaikutus DA-mittarin antamiin arvoihin ja siksi mittaria käytettäessä on suositeltu yksilöllisen mallin luomista paitsi eri lajikkeille, myös samoille lajikkeille, jotka kasvavat erilaisissa

ympäristöissä (maantieteellinen, ilmastollinen). DA-mittarin hyödyntämiseksi tulevaisuudessa tarvitaankin edelleen lisää tutkimustietoa. Tämä tarkoittaa paitsi tiedon keräämistä samoista lajikkeista useamman vuoden ajalta, myös kasvupaikan ja muiden ympäristöolosuhteiden huomioimista. Maantieteellisen sijainnin lisäksi lajikkeiden perimän vaikutus tulisi myös ottaa huomioon. (DeLong ym., 2016, s. 248 ja 2020, s. 642)

Työn tuloksissa voitiin havaita eroja perinteisten lajikkeiden ja kauppalajikkeiden välillä, sillä DA-mittari vaikutti antavan vähemmän vaihtelevia ja johdonmukaisempia tuloksia kauppalajikkeiden kohdalla. Tämä voi johtua monestakin tekijästä, kuten perusrungon tai lajikkeen vaikutuksesta. Voidaan myös olettaa, että perinteiset lajikkeet olivat sekä joukkona että yksilöllisiltä ominaisuuksiltaan monipuolisempia ja vaihtelevampia kuin kauppalajikkeet, mikä saattaisi vaikuttaa myös DA-mittarin tuloksiin. Joka tapauksessa kaikista lajikkeista, ei pelkästään perinteisistä lajikkeista, tulisi saada tutkimustietoa useamman kasvukauden ajalta, jotta DA-mittarin antamista arvoista voitaisiin saada suuntaa antavia lajikekohtaisia ohjearvoja. Tarhojen maantieteellisen sijainnin vaikutuksen lisäksi olisi varmasti tarpeellista tutkia myös lajiketyypillisten ominaisuuksien (väri, kuoren paksuus, hedelmän koko) vaikutusta DA-mittarin antamiin tuloksiin, sekä huomioida käytössä oleva viljelytapa.

Voidaan olettaa, että itse tutkimuksessa tai DA-mittauksissa ei ole varsinaista validiteettiongelmaa. Mittarin tulosten on todettu yleisellä tasolla kuvaavan klorofyllin hajoamista hedelmissä, kertoen näin melko luotettavasti hedelmän kypsymisestä. Mittarin tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon kuitenkin se, että klorofyllipitoisuudet ja siten myös DA-indeksit voivat olla eri lajikkeilla hyvinkin erilaisia. Lisäksi samoilla lajikkeilla voidaan saada erilaisia tuloksia maantieteellisestä sijainnista riippuen. Luotettavan ohjearvon saamiseksi vaaditaan siis toistuvia mittauksia useamman vuoden ajalta, jotta pystytään hahmottamaan yleisiä kypsydestä kertovia ohjearvoja eri lajikkeille. Pidemmällä aikavälillä pystytään havaitsemaan ja poistamaan myös satunnaiset virheet, jotka vaikuttavat tuloksiin. Tässä työssä saadut tulokset eivät siis yksinään riitä, jotta voitaisiin sanoa tutkimuksen tulosten olleen luotettavia. On otettava huomioon myös havainnointiin ja mittauksiin liittyvät mahdolliset virheet ja se, että mittari oli käytössä ensimmäistä kertaa. Yhden satokauden havainnoineilla ja mittauksilla tutkimuksen reliabiliteetti on vielä heikko. Useammalla kaudella toistettuna reliabiliteettia saataisiin vahvistettua.

Jos lajikkeen/lajikkeiden DA-indeksistä saadaan kerättyä vuosittaista dataa, indeksin avulla voi olla mahdollista ennustaa optimaalista sadonkorjuuajankohtaa. Vaikka DA-indeksin on todettu kertovan melko luotettavasti hedelmän klorofyllipitoisuudesta, tutkimuksessa todetaan kuitenkin, että mittarin tulokset tulisi joka tapauksessa varmistaa testaamalla klorofyllipitoisuus myös vertailevalla menetelmällä. (DeLong, ym. 2020, ss. 637–639) Työn yhteydessä DA-mittarilla saaduista tuloksista ei siis voitu tehdä suoria johtopäätöksiä mittarin toimivuudesta tai eri lajikkeiden optimaalisesta DA indeksistä. Mittauksia (sekä DA että muita vertailevia) tulisi tehdä useamman kasvukauden aikana, jotta saataisiin pitkällä aikavälillä kokonaiskuvaa siitä, minkälaiset arvot ovat millekin lajikkeelle sopivia erityisesti poiminta-ajankohdan määrittelyssä. Lisää tutkimusta tarvitaan myös siksi, että hedelmän klorofyllipitoisuus voi vaihdella kasvuvaiheittain (Cocetta, ym., 2017, s. 62). Työssä esitettyjä tuloksia ei välttämättä voi soveltaa sellaisenaan, mutta ne voivat tarjota hyvän perustan seuraavien kausien mittauksille, jos DA-mittariin liittyvää tutkimusta tulevaisuudessa vielä jatketaan.

## Lähdeluettelo

- Blomsterlandet (n.d.). Växter, utomhus, fruktträd, äppleträd, Rubinola. Haettu 17.2.2022 osoitteesta <https://www.blomsterlandet.se/produkter/vaxter/utomhus/frukttrad/appletrad/appletrad-rubinola-26758/>
- Cocetta, G., Beghi, R., Mignani, I. & Spinardi, A. (2017). Nondestructive Apple Ripening Stage Determination Using the Delta Absorbance Meter at Harvest and After Storage. *HortTechnology* (ss. 54–64). DOI: 10.21273/HORTECH03495-16
- de Jager, A., Johnson, D. & Hohn, E. (toim.) (1996). The Postharvest Treatment of Fruit and Vegetables: Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apple and Pears (ss. 7–8). ECSC-EC-EAEC, Brussels.
- DeLong, J., Harrison, P., & Harkness, L. (2020). An optimal harvest maturity model for 'Minneiska' apple fruit based on the delta-absorbance meter. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 95:5 (ss. 637–644). DOI: 10.1080/14620316.2020.1728199
- DeLong, J., Harrison, P., & Harkness, L. (2016). Determination of optimal harvest boundaries for 'Ambrosia' apple fruit using a delta-absorbance meter. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91:3 (ss. 243–249). DOI: 10.1080/14620316.2016.1148369
- Fruticetum. (n.d.). Omenat. <http://www.fruticetum.fi/lajikkeet/omenat/>
- Goffings, G. & Herregods, M. (1996). The Distribution of Ripening of Jonagold and Golden Delicious Apples Within the Tree. Julkaisussa de Jager, A., Johnson, D. & Hohn, E. (toim.). *The Postharvest Treatment of Fruit and Vegetables: Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apple and Pears* (ss. 117–125). ECSC-EC-EAEC, Brussels.
- Hirvensalmen taimisto (29.1.2015). Pirja, V, aik. kesä. <https://www.omenapuu.com/pirja-v-aik-kesa/>

- Hirvensalmen taimisto (29.1.2015). Wealthy, III, talvi. <https://www.omenapuu.com/wealthy-iii-talvi/>
- HML ry. (27.1.2020). *Vuoden 2019 viljellyimmät omenalajikkeet*. Ajankohtaista. <https://www.hmlry.fi/ajankohtaista/vuoden-2019-viljellyimmat-omenalajikkeet/>
- HML ry. (n.d.). Omena, Laji-info. <https://www.hmlry.fi/laji-info/omena/>
- Hribar, J., Plestenjak, A., Simcic, M., Vidrih, R. & Pitako, D. (1996). Influence of Ecological Conditions on Optimum Harvest Date in Slovenia. Julkaisussa de Jager, A., Johnson, D. & Hohn, E. (toim.). *The Postharvest Treatment of Fruit and Vegetables: Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apple and Pears* (ss. 49–51). ECSC-EC-EAEC, Brussels.
- Koskinen, P. (3.1.2018). Huomasitko, että kotimaista omenaa saa kaupoista entistä paremmin keskellä talvea? Se on vähähappisten varastojen ansiota. *Yle uutiset*. <https://yle.fi/uutiset/3-10002770>
- Krannila, A. & Paalo, A. (2010). *Omenapuu*. Moreeni.
- Luke tilastotietokanta (n.d.). Maataloustilastot/Tuotanto/Puutarhatilastot/Avomaan tuotanto, syötävät. Haettu 29.4.2022 osoitteesta [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_04%20Tuotanto\\_20%20Puutarhatilastot/03a\\_Avomaatuotanto\\_sytavat.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/03a_Avomaatuotanto_sytavat.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0)
- Natri, S. (9.9.2014). 3 kysymystä kotimaisista omenoista. *Yle uutiset*. <https://yle.fi/uutiset/3-7459988>
- Orange Pippin. (2021). Varieties, apples, Rajka. <https://www.orangepippin.com/varieties/apples/rajka>
- Ruokatieto. (13.1.2004). *Hinta ja saatavuus jarruttavat kotimaisen omenan suosiota*. Uutisarkisto. <https://www.ruokatieto.fi/uutiset/hinta-ja-saatavuus-jarruttavat-kotimaisen-omenan-suosiota>
- Ruokatieto. (27.8.2003). *Kotimaisen omenan menestyminen on laadusta kiinni*. Uutisarkisto. <https://www.ruokatieto.fi/uutiset/kotimaisen-omenan-menestyminen-laadusta-kiinni>
- Sarlin, J. (2022). Kuva 1. Penetrometri eli kiinteysmittari (Fruit Pressure Tester, mod. FT 327 (3–27 Lbs.) (apples and pears)).

- Sarlin, J. (2022). Kuva 5. Refraktometri (Atago, Digital refraktometer, Palette PR–100 Cat. No. 3411).
- Sintéleia (20.5.2020). ΔA Meter®, User's Manual. [Käyttöohje].
- Streif, J. (1996). Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area. Julkaisussa de Jager, A., Johnson, D. & Hohn, E. (toim.). *The Postharvest Treatment of Fruit and Vegetables: Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apple and Pears* (ss. 15–20). ECSC-EC-EAEC, Brussels.
- Söderlångvik. (16.8.2021). Omenat, Tolfsnäsin tila. <https://soderlangvik.fi/fi/uusi-lajitteluhalli-tolfsnasiin/>
- Tahvonen, R. (toim.), Jokela, J., Kinnanen, H., Koivisto, A., Parikka, P., Ruuttunen, P., Rahtola, M., Saario, M., Salo, H., Tuovinen, T. & Ylämäki, A. (2007). *Omenan viljely*. Puutarhaliiton julkaisu nro 345.
- OECD (2009). OECD Fruit and Vegetables Scheme. Guidelines on Objective Tests. To Determine Quality of Fruit and Vegetables, Dry and Dried Produce. OECD October 2009.
- Ziosi, V., Noferini, M., Fiori, G., Tadiello, A., Trainotti, L., Casadoro, G. & Costa, G. (2008). A New Index Based on Vis Spectroscopy to Characterize the Progression of Ripening in Peach Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49 (2008) (ss. 319–329). DOI: 10.1016/j.postharvbio.2008.01.017
- Ålands Trädgårdshall. (n.d.). Viljelykasvit, omenat. <https://ath.ax/fi/omenat/>

## Liite 1: Yhdistelmätaulukko

	DA-indeksi				
	A	B	C	D	E
<b>Pirja</b>	0,74	0,91	0,90	0,76	
<b>Valkea k.</b>	0,69	0,59	0,51	0,47	0,47
<b>Y93151</b>	0,62	0,63	0,55	0,48	0,58
<b>Oranie</b>	0,36	0,17	0,18	0,13	0,08
<b>Sariola</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Keltakan.</b>	0,19	0,16	0,07	0,07	0,15
<b>Wealthy</b>	0,62	0,43	0,39	0,42	
<b>Åkerö</b>	0,02	0,01	0,00		
<b>Signe T.</b>	0,01	0,03	0,00		
<b>Amorosa</b>	1,31	1,20	1,14	1,00	0,93
<b>Rubinola</b>	0,27	0,14	0,25	0,09	0,17
<b>Lobo</b>	1,26	1,00	1,02	0,95	0,93
<b>Rajka</b>	1,09	0,88	0,67	0,78	0,63

	Brix				
	A	B	C	D	E
<b>Pirja</b>	10,8	11,3	10,7	10,9	
<b>Valkea k.</b>	10,2	10,3	10,8	10,8	10,9
<b>Y93151</b>	12,1	11,8	11,2	12,7	12,9
<b>Oranie</b>	12,4	13,6	14,3	14,1	14,2
<b>Sariola</b>	14,9	15,1	15,8	16,7	
<b>Keltakan.</b>	12,4	12,8	12,3	12,2	12
<b>Wealthy</b>	11,7	13,7	11,7	11,4	
<b>Åkerö</b>	13,0	14,3	14,3		
<b>Signe T.</b>	14,2	15,5	15,3		
<b>Amorosa</b>	12,4	12,9	12,9	12,9	12,9
<b>Rubinola</b>	13,4	13,2	13,2	13,5	13,1
<b>Lobo</b>	12,4	12,4	12,7	12,2	12,4
<b>Rajka</b>	12,9	12,1	12,8	12,9	12,4

	Kiinteys				
	A	B	C	D	E
Pirja	4,9	5,2	3,7	4,2	
Valkea k.	6,5	7,1	6,0	6,4	5,2
Y93151	7,4	6,6	6,5	5,3	4,2
Oranie	6,7	5,1	4,8	4,8	4,9
Sariola	8,0	7,2	6,6	6,8	6,9
Keltakan.	8,3	7,4	6,4	5,8	5,5
Wealthy	6,7	6,8	4,9	4,7	
Åkerö	11,4	7,9	7,7		
Signe T.	7,2	6,0	6,3		
Amorosa	6,8	7,4	6,0	5,6	5,0
Rubinola	10,0	11,4	7,9	7,2	6,7
Lobo	6,8	5,8	3,8	4,3	4,0
Rajka	6,8	6,3	4,8	5,2	4,8

	Tärkkelysindeksi				
	A	B	C	D	E
Pirja	6,8	7,7	9,5		
Valkea k.	5,3	4,8	6,3	7,2	8,0
Y93151	6,0	6,3	6,8	7,5	8,0
Oranie	3,2	6,5	7,8	8,7	9,5
Sariola	6,2	7,0	8,8	9,0	9,6
Keltak.	5,0	9,0	9,0	8,8	10,0
Wealthy	9,0	9,0	9,8	10,0	
Åkerö	1,5	7,3	10,0		
Signe T.	2,3	7,8	9,0		
Amorosa	7,0	8,8	9,5	10,0	10,0
Rubinola	8,7	9,3	9,7	8,7	10,0
Lobo	8,7	9,7	10,0	9,8	10,0
Rajka	7,7	9,7	9,3	9,3	10,0

	Streifin indeksi				
	A	B	C	D	E
Pirja	0,07	0,06	0,04		
Valkea k.	0,12	0,14	0,09	0,08	0,06
Y93151	0,10	0,09	0,09	0,06	0,04
Oranie	0,17	0,06	0,04	0,04	0,04
Sariola	0,09	0,07	0,05	0,05	
Keltakan.	0,13	0,06	0,06	0,05	0,04
Wealthy	0,06	0,05	0,04	0,04	
Åkerö	0,59	0,07	0,05		
Signe T.	0,22	0,05	0,05		
Amorosa	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04
Rubinola	0,11	0,09	0,06	0,06	0,05
Lobo	0,08	0,05	0,03	0,04	0,03
Rajka	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04

	Happopitoisuus				
	A	B	C	D	E
Pirja	0,87	0,80	0,65	0,70	
Valkea k.	1,08	1,10	0,97	1,01	0,99
Y93151	0,15	0,15	0,14	0,16	0,21
Oranie	0,90	0,89	0,88	0,71	0,68
Sariola	0,99	0,89	0,89	0,80	
Keltakan.	0,84	0,73	0,68	0,62	0,57
Wealthy	0,97	1,06	0,62	0,57	
Åkerö	0,80	0,69	0,60		
Signe T.	0,95	0,76	0,68		
Amorosa	0,83	0,79	0,75	0,64	0,60
Rubinola	0,86	0,80	0,75	0,69	0,62
Lobo	0,78	0,74	0,68	0,54	0,42
Rajka	0,77	0,70	0,69	0,61	0,54